

JAIME ANTONIO UBIALLI

TABELAS DE VOLUME PARA *Pinus taeda* L. NOS PRINCIPAIS EIXOS  
DE REFLORESTAMENTO DO ESTADO DO PARANÁ

Dissertação submetida à consideração da Comissão Examinadora, como requisito parcial na obtenção do Título de "Mestre em Ciências - M.Sc.", no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

CURITIBA

1981



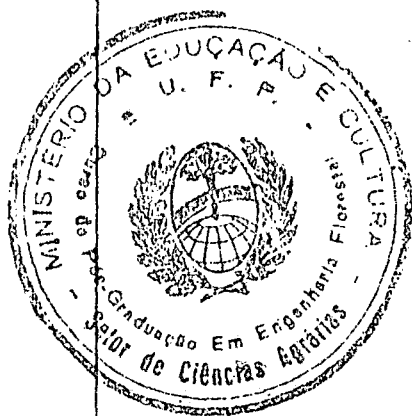
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

P A R E C E R

Os membros da Comissão Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pelo candidato JAIME ANTONIO UBIALLI, sob o título "TABELA DE VOLUME PARA ~~Pineus taeda~~ L. NOS PRINCIPAIS LIXOS DE RE-FLORESTAMENTO DO ESTADO DO PARANÁ", para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, área de concentração MANEJO FLORESTAL, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de parecer pela "APROVAÇÃO" da Dissertação, completando assim os requisitos necessários para receber o grau e o Diploma de Mestre em Ciências Florestais.

Observação: O critério de avaliação da Dissertação e defesa da mesma a partir de novembro de 1980 é apenas APROVADA ou NÃO APROVADA.

Curitiba, 25 de maio de 1981.



*Pericles Baicere Schmidt*  
Professor Pericles Baicere Schmidt, M.Sc  
Primeiro Examinador

*Luiz Benedito Xavier da Silva*  
Professor Luiz Benedito Xavier da Silva, M.Sc  
Segundo Examinador

*Sebastião do Amaral Machado*  
Professor Sebastião do Amaral Machado, Ph.D  
Presidente

TABELAS DE VOLUME PARA *Pinus taeda* L. NOS PRINCIPAIS EIXOS  
DE REFLORESTAMENTO DO ESTADO DO PARANÁ

DISSERTAÇÃO

Submetida à consideração da Comissão Examinadora, como re-  
quisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ciên-  
cias-M.Sc.

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL DO SETOR DE  
CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

APROVADA:

---

---

---

A meus pais

Carlos e

Dozolina Ubialli

A minha esposa e filhas

## AGRADECIMENTOS

O autor deseja expressar os seus sinceros agradecimentos ao Professor Orientador Dr. Sebastião do Amaral Machado por sua efetiva colaboração em todas as fases do trabalho.

Ao Professor Co-Orientador Joésio Deoclecio Pierim Siqueira pelo auxílio na definição do tema do trabalho, pelo estímulo dado e por sua valiosa colaboração no decorrer do mesmo.

Aos Professores Co-Orientadores Dr. Dietrich Burger e Dr. Roberto Tuyoshi Hosokawa, pela dedicação e amizade.

À Fundação Universidade Federal de Mato Grosso à qual o autor se encontra vinculado.

Ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, por possibilitar a realização do Curso.

Ao PEAS - Programa de Ensino Agrícola Superior, pelo auxílio Financeiro, através de Bolsa de Estudos.

Ao Governo do Estado de Mato Grosso por ter permitido o afastamento para a realização do Curso.

Às Empresas MANASA S.A.; BRASKRAFT S.A.; KLABIN DO PARANÁ S.A. e MADEIREIRA WEISS LTDA., por terem cedido dados e permitido o abate de árvores, em suas propriedades, que possibilitaram a realização do trabalho.

Aos Professores e Colegas de curso que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

## BIOGRAFIA

JAIME ANTONIO UBIALLI, filho de Carlos Ubialli e Dozolina M. Ubialli, nasceu em Mandaguari, Estado do Paraná, no dia 31 de julho de 1949.

Concluiu o Curso primário em 1960, o Ginásial em 1966, no Colégio "Vera Cruz em Mandaguari-PR e o Curso Científico em 1970, no Colégio Estadual de Campo Mourão, em Campo Mourão-PR.

Iniciou em 1971, na Faculdade de Florestas da Universidade Federal do Paraná, o Curso de Engenharia Florestal, concluindo-o em 1974.

Em 1975 exerceu suas atividades profissionais na Delegacia Estadual do IBDF do Estado de Mato Grosso, em Cuiabá-MT.

Em 1976 transferiu-se para a Secretaria de Estado de Agricultura em Cuiabá-MT, onde se encontra vinculado.

Em 1977 foi professor colaborador das disciplinas de Silvicultura I e II no Departamento de Engenharia Florestal da FUFMT.

Em fevereiro de 1978 foi colocado à disposição, pelo Governo do Estado, à F.O.F.MT.

Em março de 1978 iniciou o Curso de Mestrado em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná na área de Concentração Manejo Florestal - opção Inventário Florestal, concluindo parte de seus requisitos (créditos) em julho de 1979.

da F.U.F.MT, sendo também Professor das disciplinas de inventário Florestal I e II.

## SUMÁRIO

	Página
Lista de Figuras .....	x
Lista de Quadros .....	xiii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. JUSTIFICATIVA .....	4
3. OBJETIVOS .....	6
4. REVISÃO DE LITERATURA .....	7
4.1. Reflorestamento nas Micro-Regiões estudadas..	7
4.2. Relação entre variáveis usadas para a construção de Tabelas de Volume .....	13
4.3. Tabelas de Volume .....	14
4.4. Tipos de Tabelas de Volume .....	15
4.5. Uso de Regressão .....	16
4.6. Equações volumétricas .....	18
4.7. Modelos empregados para o desenvolvimento de Regressões .....	19
4.8. Intensidade de amostragem .....	22
4.9. Teste de tendenciosidade dos resíduos através da probabilidade associada .....	23
5. MATERIAIS E MÉTODOS .....	25
5.1. Materiais .....	25
5.1.1. Descrição da Área .....	25
5.1.1.1. Geologia .....	27
5.1.1.2. Solos .....	27



	Página
5.1.1.3. Sistema hidrográfico das Regiões estudadas .....	30
5.1.1.4. Classificação climática .....	30
5.1.1.5. Regiões climáticas, edáficas e geográficas para o Reflorestamento ....	34
5.1.1.6. Regiões geográficas naturais do Estado do Paraná .....	36
5.1.1.7. Zoneamento Fito-geográfico .....	36
5.2. Métodos .....	37
5.2.1. Amostragem .....	37
5.2.1.1. Métodos de Amostragem .....	37
5.2.1.2. Divisão por diâmetro .....	39
5.2.1.3. Seleção das árvores-amstras.....	39
5.2.1.4. Número de árvores por classe diamétrica .....	40
5.2.2. Medição das variáveis .....	40
5.2.3. Modelos encontrados na pesquisa .....	41
5.2.4. Escolha do modelo .....	43
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	47
6.1. Número de árvores por classe diamétrica .....	47
6.2. Escolha do melhor modelo de regressão .....	47
6.2.1. Coeficiente de determinação .....	50
6.2.2. Erro-padrão residual .....	50
6.2.3. Índice de Furnival .....	51
6.2.4. Distribuição dos Resíduos .....	51
6.3. Teste de Probabilidade Associada dos Resíduos	57
6.4. Teste de Amplitude Múltipla de TUKEY .....	61
7. CONCLUSÕES .....	66

	Página
8. RESUMO .....	67
9. SUMMARY .....	69
LITERATURA CITADA .....	71
APÊNDICE .....	75

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
01	Distribuição potencial dos reflorestamentos programados no Estado do Paraná .....	9
02	Participação da Micro-Região no total executado no Estado .....	10
03	Mapa da Delimitação da Grande Região Florestal no Estado do Paraná .....	12
04	Delimitação dos Eixos Florestais Palmas-Guarapuava e Sengês-Telêmaco Borba no Estado do Paraná .....	26
05	Mapa Geológico do Estado do Paraná .....	28
06	Sistema Hidrográfico do Paraná .....	31
07	Tipos Climáticos do Estado do Paraná .....	35
08	Mapa Fitogeográfico do Estado do Paraná ...	38
09	Distribuição dos Resíduos para a Equação de SCHUMACHER-HALL na Micro-Região 06 .....	52
10	Distribuição dos Resíduos para a Equação de SCHUMACHER-HALL na Micro-Região 07 .....	53
11	Distribuição dos Resíduos para a Equação de SCHUMACHER-HALL na Micro-Região 23 .....	54
12	Distribuição dos Resíduos para a Equação de SCHUMACHER-HALL na Micro-Região 24 .....	55
13	Distribuição dos Resíduos para a Equação de SCHUMACHER-HALL para a equação genérica ...	56
14	Distribuição dos Resíduos para a Equação exponencial de SPURR na Micro-Região 23 .....	58

Figura		Página
15	Distribuição dos Resíduos para a Equação de STOATE na Micro-Região 23 .....	59
16	Distribuição dos Resíduos para a Equação Variável Combinada na Micro-Região 06 .....	82
17	Distribuição dos Resíduos para a Equação Exponencial de SPURR na Micro-Região 06 .....	83
18	Distribuição dos Resíduos para a Equação de HUSCH na Micro-Região 06 .....	84
19	Distribuição dos Resíduos para a Equação Variável Combinada na Micro-Região 07 .....	85
20	Distribuição dos Resíduos para a Equação de STOATE na Micro-Região 07 .....	86
21	Distribuição dos Resíduos para a Equação Exponencial de SPURR na Micro-Região 07 .....	87
22	Distribuição dos Resíduos para a Equação de HUSCH na Micro-Região 07 .....	88
23	Distribuição dos Resíduos para a Equação Exponencial de SPURR na Micro-Região 24 .....	89
24	Distribuição dos Resíduos para a Equação de HUSCH na Micro-Região 24 .....	90
25	Distribuição dos Resíduos para a Equação Genérica de STOATE para as Micro-Regiões Agrupadas .....	91
26	Distribuição dos Volumes Individuais, com casca, para <i>Pínus taeda</i> L. na Micro-Região 06 ..	110
27	Distribuição dos Volumes Individuais, com casca, para <i>Pínus taeda</i> L. na Micro-Região 07 ..	111

Figura		Página
28	Distribuição dos Volumes Individuais, com casca, para <i>Pinus taeda</i> L. na Micro-Região 23 ..	112
29	Distribuição dos Volumes Individuais, com casca, para <i>Pinus taeda</i> L. na Micro-Região 24 ..	113
30	Distribuição dos Volumes Individuais, com casca, para <i>Pinus taeda</i> L. para as Micro-Regiões agrupadas .....	114

## LISTA DE QUADROS

Quadros	Página
01 Participação por Micro-Região no total pro- gramado do Estado do Paraná .....	7
02 Distribuição Potencial dos Reflorestamentos Programados no Estado do Paraná .....	8
03 Participação da Micro-Região no total execu- tado no Estado do Paraná .....	11
04 Reflorestamentos Programados e Executados nas Micro-Regiões em Estudo .....	11
05 Local de cubagem das árvores por Micro-Região	39
06 Coeficientes e Estatísticas relevantes de to- das as equações de regressão testadas para o volume com casca, por Micro-Região .....	48
07 Coeficientes e estatísticas relevantes de to- das as equações de regressão testadas para o volume sem casca, por Micro-Região .....	49
08 Modelo de regressão resultantes por Micro-Re- gião .....	50
09 Comparadores de TUKEY (W) ao nível de 99% ...	62
10 Teste de significância de TUKEY .....	63
11 Melhores equações de Regressão para <i>Pinus</i> <i>taeda</i> L. com casca, nas diversas Micro-Re- giões .....	64
12 Número de árvores cubadas por classe diamé- trica e de alturas para Micro-Região 06 .....	76
13 Número de árvores cubadas por classe diamé-	

Quadro		Página
	trica e de alturas para Micro-Região 07 .....	77
14	Número de árvores cubadas por classe diamétrica e de alturas para Micro-Região 23 .....	78
15	Número de árvores cubadas por classe diamétrica e de alturas para a Micro-Região 24 .....	79
16	Número de árvores cubadas por classe diamétrica e de alturas para a geração do Modelo Genérico .....	80
17	Variáveis que originaram o teste de probabilidade associada dos resíduos médios por classe diamétrica das diversas equações de regressão	81
18	Distribuição dos resíduos por classe diamétrica para as equações da variável combinada e de STOATE na Micro-Região 06.....	92
19	Distribuição dos resíduos por classe diamétrica para as equações de SCHUMACHER-HALL e Exponencial de SPURR na Micro-Região 06 .....	93
20	Distribuição dos resíduos por classe diamétrica para as equações de HUSCH na Micro-Região 06 e da variável combinada na Micro-Região 07	94
21	Distribuição dos resíduos por classe diamétrica para as equações de STOATE e de SCHUMACHER-HALL na Micro-Região 07 .....	95
22	Distribuição dos resíduos por classe diamétrica para as equações exponencial de SPURR e de HUSCH na Micro-Região 07 .....	96
23	Distribuição dos resíduos por classe diamétrica para as equações da variável combinada e	

Quadro		Página
	de STOATE na Micro-Região 23 .....	97
24	Distribuição dos resíduos por classe diamétrica para as equações de SCHUMACHER-HALL e da exponencial de SPURR na Micro-Região 23 .....	98
25	Distribuição dos resíduos por classe diamétrica para a equação de HUSCH na Micro-Região 23 e da variável combinada na Micro-Região 24 ..	99
26	Distribuição dos resíduos por classe diamétrica para as equações de STOATE e de SCHUMACHER-HALL na Micro-Região 24 .....	100
27	Distribuição dos resíduos por classe diamétrica para as equações exponenciais de SPURR e de HUSCH na Micro-Região 24 .....	101
28	Distribuição dos resíduos por classe diamétrica para as equações da variável combinada e de STOATE nas Micro-Regiões agrupadas .....	102
29	Distribuição dos resíduos por classe diamétrica para as equações de SCHUMACHER-HALL e exponencial de SPURR nas Micro-Regiões agrupadas.....	103
30	Distribuição dos resíduos por classes diamétricas para as equações de HUSCH nas Micro-Regiões agrupadas .....	104
31	Tabela de volume individual com casca para <i>Pinus taeda</i> L. na Micro-Região 06.....	105
32	Tabela de volume individual com casca para <i>Pinus taeda</i> L. na Micro-Região 07.....	106



Quadro		Página
33	Tabela de volume individual com casca para <i>Pinus taeda</i> L. na Micro-Região 23 .....	107
34	Tabela de volume individual com casca para <i>Pinus taeda</i> L. na Micro-Região 24 .....	108
35	Tabela de volume individual com casca para <i>Pinus taeda</i> L. para todas as Micro-Regiões es_ tudadas .....	109

## 1. INTRODUÇÃO

Desde o Descobrimento do Brasil, as florestas brasileiras vêm sendo devastadas. Na primeira fase exploratória procurou-se extrair as madeiras de alto valor comercial no Mercado Externo. Na fase desenvolvimentista, mais precisamente a partir da década de quarenta, a floresta nativa foi sendo gradativamente explorada para dar avanço ao processo de ocupação de áreas, visando a produção de alimentos.

A partir da segunda metade da década de 1960, medidas inerentes, visando repor as reservas devastadas, foram tomadas. A falta de conhecimento do comportamento das essências nativas acelerou a importação de espécies exóticas e dentre estas, no Sul do Brasil, as espécies do Gênero *Pinus*, principalmente o *Pinus taeda* Lineu e *Pinus elliottii* Engelm., têm sido recomendados para plantios em larga escala, devido ao rápido crescimento, boa forma, qualidades da madeira, fibras longas, claras e outras características que as recomendam como espécies de grande valor.

A espécie *Pinus taeda* Lineu, objeto do presente trabalho, é uma conífera do grupo Australes, pertencente à subseção *Pinaster* e subgênero *Diploxy*<sup>35</sup> e ocorre naturalmente nos Estados Unidos da América. A ocorrência natural do *Pinus taeda* Lineu dá-se principalmente nos seguintes Estados: no Sudoeste da Virginia, Leste da Carolina do Norte, toda a Georgia e o Alabama, Sul do Tennessee e Norte da Flórida. O mesmo autor afirma que no Norte da Flórida as árvores são mais resistentes à seca.

O clima nas regiões de ocorrência natural da espécie caracteriza-se por invernos frios com verões muito quentes e secos, e de modo geral, a temperatura média do mês mais frio varia de 2°C a 15°C. A temperatura do mês mais quente varia entre 24°C e 26°C, e a precipitação média anual de 920 a 1.550 mm<sup>21</sup>.

Os plantios com esta espécie alcançaram grandes proporções e hoje representam uma parcela considerável do estoque do Estado do Paraná. As tomadas de decisões relacionadas ao aproveitamento deste material lenhoso e o seu manejo racional devem ser embasados em fatos comprovados, através de estudos minuciosos relativos ao assunto. Para dar condições a estas tomadas de decisões, diversos pesquisadores, trabalhando com dados biológicos associados às leis matemáticas têm prestado relevantes contribuições à solução dos problemas do campo florestal.

A aplicação de Equações de Regressão aos dados biológicos, fornecendo Tabelas de Volumes Locais, Padrões e Formas é amplamente utilizada no mundo inteiro e em nosso meio, nos últimos anos, muito tem contribuído para o conhecimento do volume de árvores individuais.

Diversas funções matemáticas foram testadas em várias regiões no Estado do Paraná, gerando Tabelas de Volume, principalmente de Dupla Entrada, utilizando como variáveis independentes o Diâmetro à Altura do Peito, a Altura Total ou Comercial, possibilitando assim uma maior racionalização de trabalhos das Empresas que operam no setor de produção, exploração e industrialização de produtos florestais.

O presente trabalho fornecerá Tabelas de Volume de Du-

pla entrada para *Pinus taeda* L. em quatro micro-regiões florestais do Estado do Paraná, bem como, uma equação genérica para o conjunto dessas Micro-Regiões.

## 2. JUSTIFICATIVA

A área, objeto do presente trabalho de pesquisa, compreende as micro-regiões homogêneas número 06 e 07 - Eixo Florestal Sengês-Telêmaco Borba, abrangendo os municípios de Sengês, Jaguaraiá, Arapoti, Piraí do Sul, Tibagi e Telêmaco Borba e as micro-regiões homogêneas números 23 e 24, Eixo Florestal Palmas-Guarapuava, abrangendo os municípios de Palmas, General Carneiro, Laranjeiras do Sul, Bituruna, Pinhão, Guarapuava e Inácio Martins, consideradas por pesquisadores, como das melhores do Mundo, Prioridade Um para a atividade florestal em virtude do alto crescimento alcançado pelos plantios existentes, com um potencial de 200.000 ha e 500.000 ha, respectivamente, de terras aptas ao reflorestamento<sup>47</sup>.

Com o propósito de aumentar o poder de competitividade no Mercado Internacional e diminuir o custo de abastecimento no Mercado Interno, o Governo Federal, a partir de setembro de 1966 destinou recursos financeiros dos Incentivos Fiscais, oriundos do Imposto de Renda, a áreas prioritárias, economicamente viáveis, visando o binômio "Fonte de Produção-Industrialização", denominados Distritos Florestais, aos quais estes Eixos foram aprovados como parte integrante pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal.

A inexperiência e a falta de critérios na utilização de Tabelas de Volume derivadas das equações volumétricas tem conduzido ao uso indiscriminado das mesmas. Tabelas de Volume derivadas de dados coletados numa pequena área são, fre-

qüentemente, aplicadas para uma região muito além da original e, segundo LOETSCH<sup>28</sup>, na maioria dos casos, isto produz desvios consideráveis.

Empregam-se, também, indiscriminadamente, Tabelas de Volume sem que seja testada a sua acuracidade para um local determinado, o que leva, frequentemente, a computar resultados totalmente enganosos. LOETSCH<sup>28</sup> recomenda verificar se as Tabelas de Volume existentes são suficientemente precisas.

A apresentação de Tabelas de Volume, de fácil manuseio, propósito do presente trabalho de pesquisa, virá facilitar a obtenção dos volumes individuais com casca e sem casca. Para isso serão testados cinco modelos matemáticos e construídas Tabelas de Volume derivadas do melhor modelo.

O estudo pressupõe que as equações resultantes da pesquisa sejam utilizadas para as regiões ecológicas e geográficas, objeto da confecção das mesmas. Por outro lado, desde que devidamente testadas e aceitas, poderão estas serem utilizadas por extrapolação, para outras regiões.

A metodologia utilizada para a confecção dessas Tabelas poderá ser utilizada em estudos semelhantes em outras regiões ou situações ecológicas.

### 3. OBJETIVOS

- Testar cinco modelos de equações capazes de estimar o Volume com e sem casca para a espécie *Pinus taeda* L. em quatro micro-regiões florestais selecionadas e escolher dentre os modelos testados o que melhor se apresenta para cada micro-região.

- Desenvolver equações de volume genéricas com e sem casca para essas micro-regiões.

- Comparar estatisticamente todas as equações resultantes e verificar se há diferença significativa entre os modelos desenvolvidos para as micro-regiões selecionadas e entre as equações genéricas para essas micro-regiões.

- Apresentar Tabelas de Volume com casca para cada micro-região, obtidas através do modelo selecionado, para a respectiva micro-região.

#### 4. REVISÃO DE LITERATURA

##### 4.1. REFLORESTAMENTO NAS MICRO-REGIÕES ESTUDADAS

Segundo o IBGE<sup>26</sup>, as micro-regiões homogêneas são áreas que agrupam, dentro do mesmo Estado ou Território, Municípios com características físicas, sociais e econômicas de certa homogeneidade. Foi o Estado do Paraná, na oportunidade, dividido em 24 micro-regiões homogêneas.

As micro-regiões homogêneas que constituem os eixos, objeto deste trabalho de pesquisa, já participavam, em 1974, com mais de cinquenta por cento do total reflorestado do Estado, conforme dados apresentados nos Quadros 1, 2, 3 e 4 no presente trabalho, e com a política dos Distritos Florestais, dos quais estes eixos são parte integrante, este percentual se elevou ainda mais<sup>47</sup>.

QUADRO Nº 01: Participação por Micro-Região no Total Programado do Estado

MICRO-REGIÕES	PORCENTAGEM DO TOTAL
06	9 a 12
07	+ de 15
23	9 a 12
24	6 a 9

FONTE: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal.



A distribuição potencial dos reflorestamentos programados para o Estado do Paraná pode ser vista no Quadro de nº 02 e Figura nº 01.

A participação da Micro-Região no total executado no Estado se encontra no Quadro nº 03 e Figura 02.

Os reflorestamentos programados e executados nas Micro-Regiões em estudo se encontram no Quadro nº 04.

QUADRO Nº 02: Distribuição Potencial dos Reflorestamentos Programados

MICRO-REGIÃO	PORCENTAGEM DO TOTAL PROGRAMADO PARA O ESTADO
06	9 a 12
07	3 a 6
23	+ de 12
24	6 a 9

FONTE: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal.

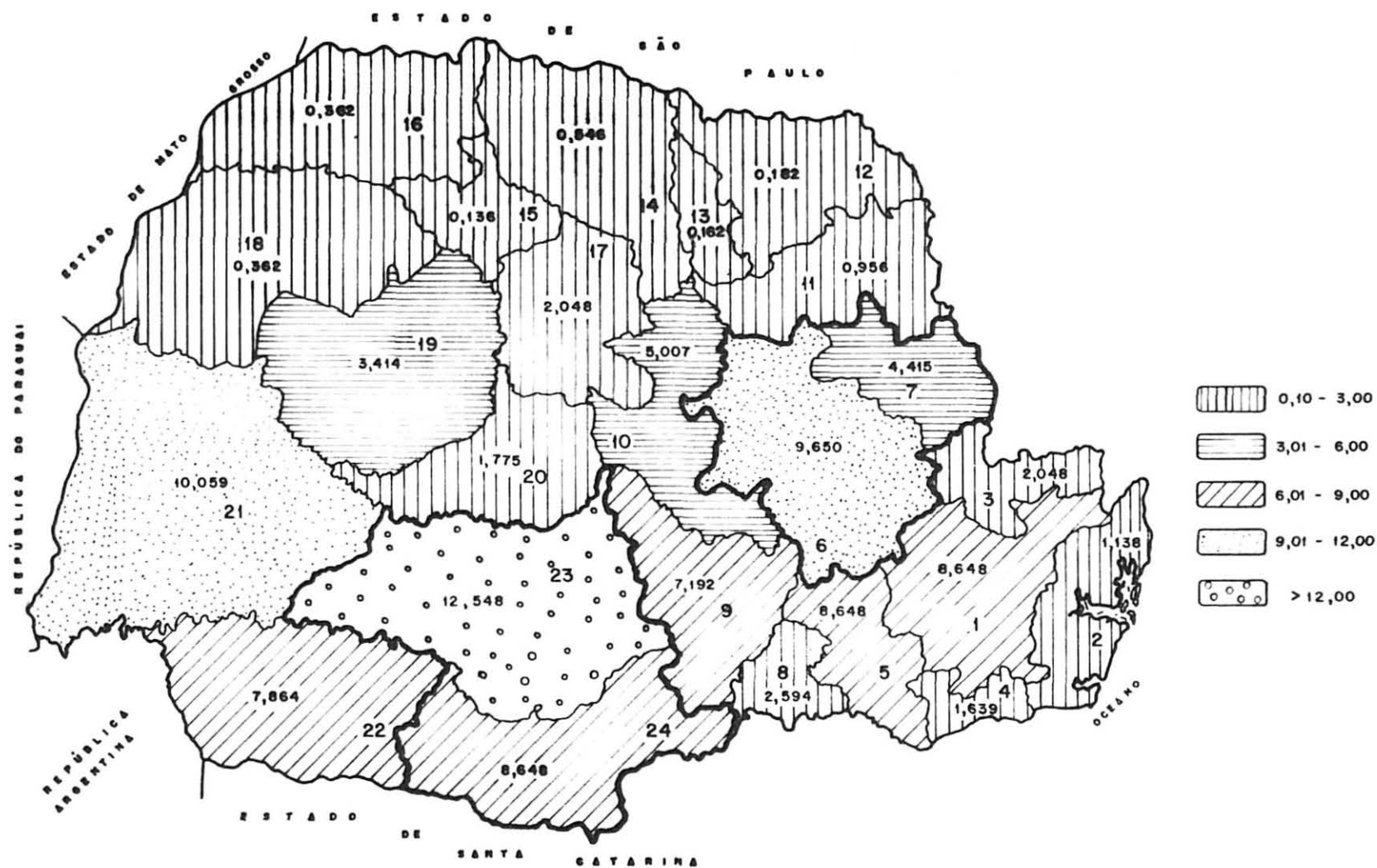


Figura 01: Distribuição potencial dos reflorestamentos programados para o Estado do Paraná.

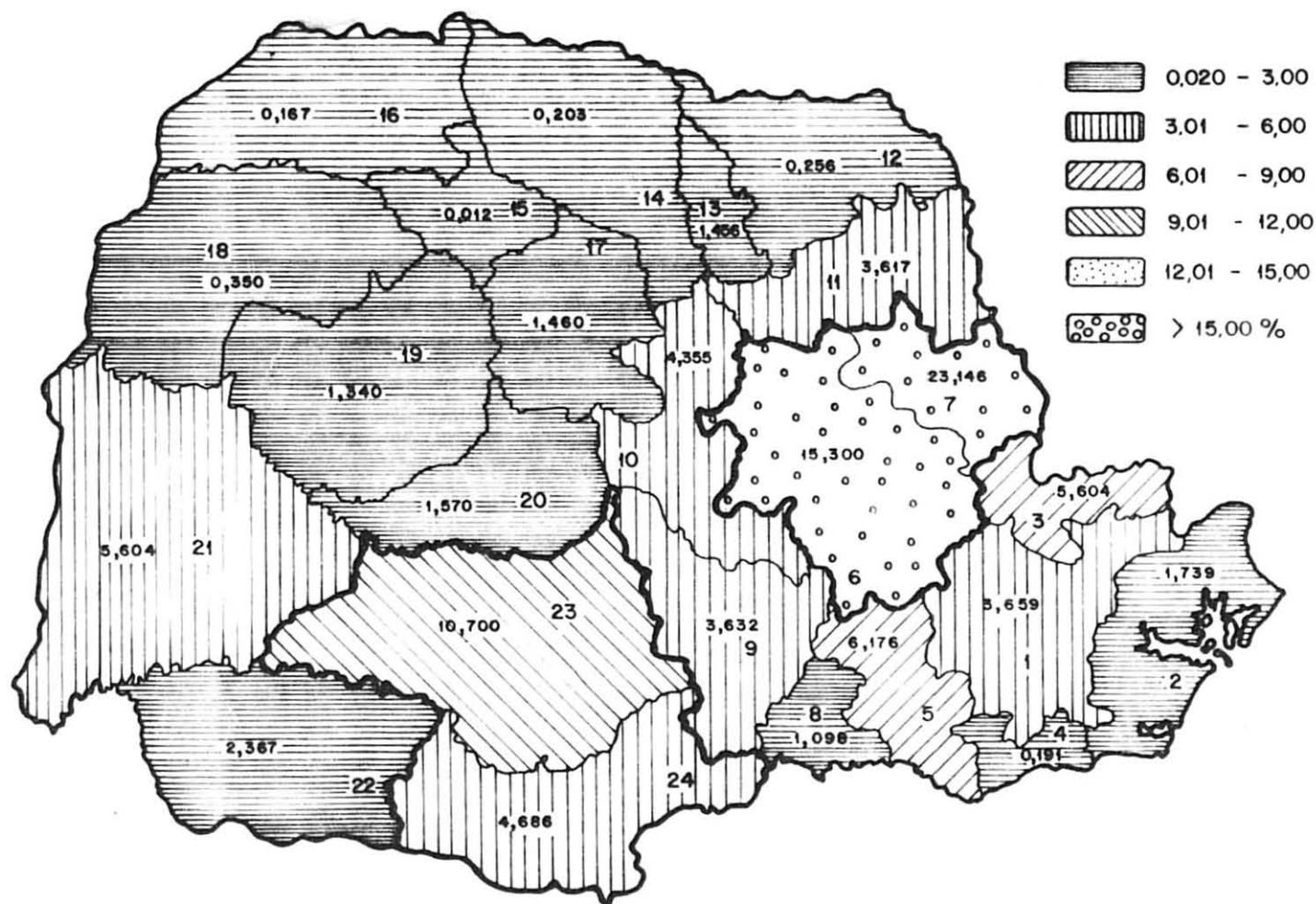


Figura 02: Participação das micro-regiões no total executado no Estado.

QUADRO Nº 03: Participação da Micro-Região no total executado no Estado do Paraná

MICRO-REGIÃO	PARTICIPAÇÃO EM PORCENTAGEM
06	+ de 15
07	+ de 23
23	9 a 12
24	3 a 6

FONTE: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal.

QUADRO Nº 04: Reflorestamentos Programados e Executados nas Micro-Regiões em Estudo

MICRO-REGIÃO	Nº DE PROJETOS	ÁREA TOTAL PROGRAMADA	ÁREA REAL PLANTADA	PORCENTAGEM TOTAL PLANTADO
06	212	37.555,67	36.930,35	15,5
07	97	56.180,81	54.793,81	23,146
23	276	26.604,80	23.385,82	10,7
24	190	19.579,51	11.100,31	4,686

FONTE: Subsídios Técnicos para implantação dos Distritos Florestais no Paraná.

Um mapa da Delimitação da Grande Região Florestal do Estado do Paraná é apresentado na Figura nº 03.

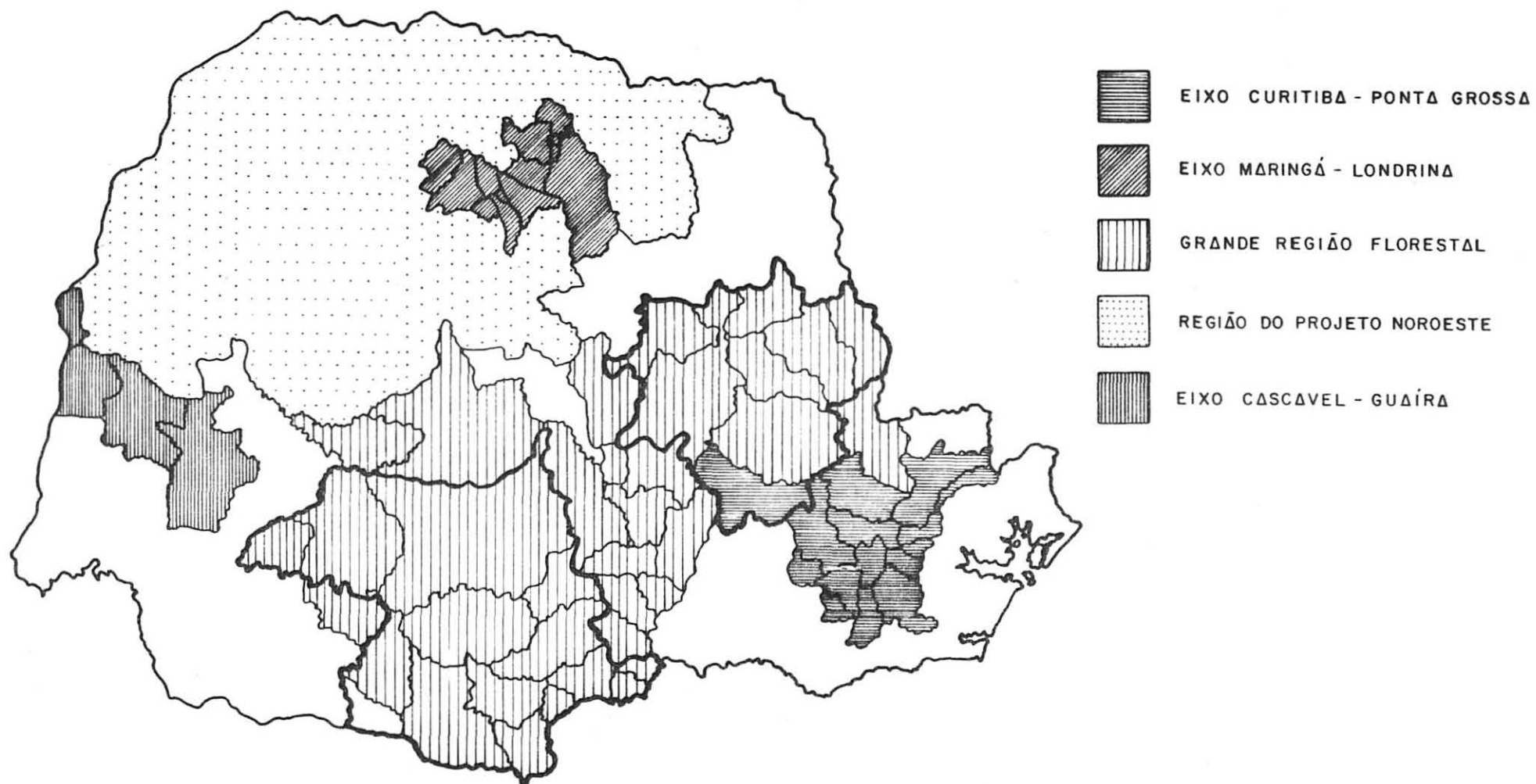


Figura 03: Mapa de delimitação da grande região florestal no Estado do Paraná.

#### 4.2. RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS USADAS PARA A CONSTRUÇÃO DE TABELAS DE VOLUME

MACKAY<sup>31</sup> afirma que, para indivíduos de uma mesma espécie, vegetando em iguais condições de clima e solo, sujeito aos mesmos regimes, pertencentes às mesmas classes de diâmetro e altura, pode-se admitir que estas árvores possuem a mesma forma e, conseqüentemente, o mesmo volume. Desta forma, o volume de uma árvore pode ser diretamente relacionado com sua altura e diâmetro, através de métodos gráficos, monogramas, e analiticamente por meio de técnica de regressão.

Segundo DRESS<sup>12</sup>, a técnica de regressão apresenta a vantagem de ser inteiramente objetiva, uma vez que as inter-relações entre as variáveis dependentes e independentes são determinadas. O procedimento aplicado aos dados básicos envolve o ajustamento de uma curva tal, que a soma dos quadrados dos desvios entre os volumes reais e os estimados pela linha de regressão seja minimizada.

CAMPOS<sup>6</sup>, GOLDING & HALL<sup>20</sup> citam que o método dos mínimos quadrados apresenta como principal vantagem, a eliminação dos erros pessoais causados no ajustamento das curvas.

PAULA NETO<sup>37</sup> cita que todas as medidas de forma são expressas em função do diâmetro e da altura, e que uma alta correlação é usualmente verificada entre forma e diâmetro, e entre forma e altura, significando que a inclusão da forma como terceira variável, para ser relacionada com o volume, removerá muito pouco das variações não explicadas pela regressão do volume com diâmetro e altura. Na realidade, desde que se use um processo de cubagem rigoroso, determinando o

volume do tronco por pequenas secções, a forma da árvore estará, logicamente, sendo acompanhada nas medições<sup>39</sup>.

SMITH et al<sup>42</sup>, estudando várias expressões de forma em Douglas fir, Hemlock e Red cedar, concluíram que não existe vantagem em se medir a forma da árvore para adicioná-la ao diâmetro e à altura.

#### 4.3. TABELAS DE VOLUME

Segundo ANUCHIN<sup>1</sup>, Tabelas de Volume são listagens de relações numéricas compiladas de acordo com um sistema definido, nas quais são caracterizados os volumes médios para árvores de diferentes espécies, diâmetros, alturas e formas.

LOETSCH<sup>29</sup>, GOMES<sup>22</sup> e HUSCH<sup>25</sup> consideram as Tabelas de Volume como uma relação gráfica ou numérica obtida a partir de uma equação volumétrica em função de algumas variáveis bem correlacionadas com o volume, tais como o diâmetro e altura e o fator de forma.

AVERY<sup>2</sup> descreve como um meio de fornecer o volume médio por árvores de vários tamanhos e espécies.

HUSCH<sup>25</sup> considera que um problema inerente da própria técnica de construção de uma Tabela de Volume é o relacionamento com a variação de forma de cada árvore, que difere da forma dos sólidos geométricos padrões. Essa é a razão porque numerosas equações têm sido desenvolvidas para expressar o volume da árvore.

CHAPMANN & MAYER<sup>8</sup> afirmam que as árvores que possuem o mesmo DAP e altura não apresentam necessariamente o mesmo

volume. Existem fatores básicos que causam esta variação, como a forma da árvore. Portanto, na elaboração de Tabelas de Volume é necessário que se defina, previamente, a amplitude de utilização, com base no objetivo e na aplicabilidade da mesma para um local ou região.

GOMES<sup>22</sup> afirma que o fato de se utilizar, na construção de Tabelas de Volume, árvores que também estejam ligadas ao povoamento em medição, conduzirá a uma compensação de erros resultantes pelo fato de se tomar valores médios pelos verdadeiros.

#### 4.4. TIPOS DE TABELAS DE VOLUME

A Tabela de Volume que fornece o volume de árvores em função do DAP (Diâmetro à Altura do Peito) é chamada de Tabela de Volume Local, assumindo que, árvores do mesmo DAP, possuem a mesma altura média e uma mesma classe de forma e por isso o seu uso deve ser restrito ao local que lhe deu origem.

DUFF<sup>13</sup> cita que o método usual para a estimativa do volume de povoamentos de coníferas é através do uso de Tabelas de Volume de Dupla Entrada, baseadas no DAP e na altura total da árvore, ou em fórmulas usando estas variáveis.

Behre, citado por HONER<sup>24</sup>, concluiu que Tabelas de Volume regionais, envolvendo DAP e altura, são tão precisas e satisfatórias como as tabelas formais.

Quando o volume é estimado a partir de medições diretas de duas variáveis tais como diâmetro e altura são deno-



minadas de Tabelas de Volume de dupla entrada ou padrões.

As Tabelas de Volume elaboradas com base no diâmetro, altura e mais uma variável representativa da forma do tronco são denominadas Tabelas Formais.

#### 4.5. USO DE REGRESSÃO

Segundo KOZAR<sup>27</sup>, qualquer pesquisa de literatura florestal científica recente indicará que uma grande percentagem das publicações usa regressão ou análise de correlação de algum modo. Estas técnicas são muito usadas porque:

- são aplicáveis a muitos problemas;
- as computações são fáceis com computadores eletrônicos;
- a teoria matemática envolvida é relativamente simples;
- a interpretação dos resultados parece mais simples e direta, na maioria dos casos.

KOZAK<sup>27</sup> afirma que o ajuste de regressão presume a amostra ao acaso de uma população normal apenas para a variável dependente. As observações para a variável ou variáveis independentes podem ser, e deveriam frequentemente serem selecionadas sistematicamente para que o ajustamento das equações de regressão seja mais eficiente.

FREESE<sup>15</sup> cita que os métodos de regressão são de grande utilidade na derivação das relações empíricas entre vários fenômenos observados, como por exemplo, o volume da árvore em função do diâmetro, a altura e o fator de forma. A

análise de regressão permite o ajustamento de modelos matemáticos que envolvem diversas variáveis.

A regressão define o relacionamento em si e a correlação, o grau deste relacionamento<sup>15</sup>.

Segundo KOZAR<sup>27</sup>, deve-se ter em mente que o coeficiente de determinação calculado do modelo de regressão tem que ser interpretado apenas como estatística descritiva. Ela se aplica aos dados dos quais a regressão foi ajustada e não é uma estimativa do coeficiente de determinação da população.

FRAYER<sup>14</sup> considera que as variações das variáveis independentes são importantes e devem ser medidas com precisão porque, caso contrário, os testes estatísticos inerentes à equação de regressão e, em alguns casos, os coeficientes da regressão estimados, são tendenciosos.

FRESE<sup>15</sup> cita que as aplicações mais comuns dos métodos de regressão têm um ou ambos dos seguintes objetivos:

- a) encontrar uma função matemática que possa ser utilizada para descrever a relação entre uma variável dependente e uma ou mais variáveis independentes;
- b) testar algumas hipóteses sobre a relação entre uma variável dependente e uma ou mais variáveis independentes.

STEEL & TORRIE<sup>45</sup> afirmam que a forma mais utilizada para o ajustamento de reta aos dados é através do critério dos mínimos quadrados, o qual requer uma mínima soma dos quadrados dos desvios dos pontos observados em relação à reta.

LOETSCH<sup>28</sup> considera que, frequentemente, pode acontecer de uma relação não ser expressa por uma linha reta. Em

tais casos, a relação pode ser expressa por uma curva e o principal problema é determinar o tipo de curva que dará o melhor ajuste para os dados. O critério para o melhor ajuste é a magnitude e distribuição dos desvios das observações oriundas da curva.

LOETSCH<sup>28</sup> cita ainda que um teste de linearidade pode ser feito através da comparação do quadrado médio dos desvios dos valores individuais da classe média com o quadrado médio dos desvios dos pontos médios da classe na linha de regressão. Se a diferença entre os dois quadrados médios é não significativa, a regressão da reta é justificada, ou seja, o relacionamento linear existe.

#### 4.6. EQUAÇÕES VOLUMÉTRICAS

Segundo LOETSCH<sup>28</sup>, as equações de volume derivadas pelo método dos mínimos quadrados por meio de análise de regressão são as mais utilizadas, atualmente, face ao aprimoramento e acesso aos computadores eletrônicos.

Antes de construir uma Tabela de Volume para espécie específica ou grupos de espécies, LOETSCH<sup>28</sup> recomenda a verificação da existência de Tabelas ou equações de volume na região em questão e se as mesmas são suficientemente precisas. Frequentemente, as equações ou tabelas de volume derivadas de dados coletados numa pequena área são aplicados para uma região muito além da área original, e, na maioria dos casos, isto produz desvios consideráveis.

A derivação de equações de volume apresenta, segundo LOETSCH<sup>28</sup>, três fases distintas:

- a) seleção de um número suficientemente grande de árvores amostras representativas;
- b) medição de variáveis dependentes e independentes para a derivação da equação de volume;
- c) testes das diferentes funções, através de computadores e seleção da melhor equação de volume.

O mérito de uma equação volumétrica aumenta consideravelmente se ela possuir poucas variáveis que sejam fáceis de mensurar com exatidão, que sejam altamente correlacionadas com o volume, tenham baixa correlação entre si e o volume estimado por árvores individuais se aproxime do volume calculado pela técnica padrão de cubagem da árvore abatida<sup>17,19</sup>.

#### 4.7. MODELOS EMPREGADOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE REGRESSÕES

Com relação ao número de variáveis independentes a serem utilizadas, PAULA NETO<sup>36</sup>, estudando 127 modelos volumétricos lineares, obtidos de sete combinações das variáveis diâmetro e altura, pela utilização do método de seleção de equações denominado "Método de Todas as Possibilidades", concluiu que o emprego de mais de quatro variáveis independentes num modelo volumétrico não provoca aumento significativo no coeficiente de determinação. O referido autor explica que não se deve desprezar a variável independente mais correlacionada com a resposta volume, no caso,  $D^2H$ .

SPURR<sup>43</sup>, ao comparar equações, utilizando quatro séries de dados, concluiu que a equação da variável combinada para duas séries de dados foi a que apresentou os melhores resultados. Concluiu também que, para a elaboração de Tabelas de Volume baseadas em amostras pequenas (50 a 100 árvores), a equação da variável combinada fornece estimativas mais precisas.

SILVA<sup>40</sup> comparou a equação da variável combinada com a de Stoate e concluiu que a da variável combinada apresentou os melhores resultados.

O Centro de Pesquisas Florestais em convênio com a Funai<sup>47</sup> pesquisou a utilização de dez equações, incluindo-se polinomiais, logarítmicas e exponenciais, e a que melhor se ajustou foi:

$$\text{Inv} = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln D_1 + \beta_2 \ln H$$

SPURR<sup>43</sup> recomenda, em razão da facilidade de cálculos, o uso de equações aritméticas às logarítmicas.

GOMES<sup>22</sup>, com base em trabalhos de pesquisa, afirma que a equação de modelo  $V = a + b D^2$  exprime com relativa precisão a estimativa do volume.

FREESE<sup>15</sup>, FAYER<sup>14</sup> e CUNIA<sup>9</sup> afirmam que, numa regressão ponderada, para cada desvio quadrado, é dado um peso  $W_i$  e os coeficientes da regressão são estimados de uma maneira que permitam minimizar a somatória ponderada do quadrado do desvio.

$$\sum_{i=1}^n W_i E^2_i = \sum_{i=1}^n W_i (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_{1i} - \beta_2 x_{2i} - \dots - \beta_k x_{ki})^2$$

Uma das principais suposições, feitas em análise de regressão é que a variância de  $y$  seja constante para os valores de  $x$ , isto é, que haja homogeneidade para todas as classes da variável independente.

BEERS<sup>3</sup> e MEYER<sup>32</sup> têm enfatizado que o erro-padrão de estimativa tende a variar com o tamanho das árvores de forma proporcional. Isto indica que a consideração deve ser dada ao ponderamento do volume para se obter homogeneidade de variâncias.

Um método de se corrigir a heterogeneidade de variâncias é a transformação em logaritmos de ambas variáveis, dependentes e independentes da equação. Qualquer método, ponderando o volume pelo recíproco do quadrado de  $D^2H$ , ou transformando ambas variáveis em logarítmicas, resultará numa suficiente estabilização da variância<sup>37</sup>.

A vantagem básica da aplicação de fórmulas volumétricas logarítmicas é que a heterogeneidade de variância dos volumes é grandemente minimizada<sup>3,35</sup>.

SIQUEIRA<sup>44</sup> testou a equação da variável combinada com três ponderações para *Araucaria angustifolia* nos três Estados sulinos do Brasil e concluiu que a melhor equação para as diversas regiões foi a da variável combinada ponderada com peso  $1/DH$ , seguida pela equação da variável combinada em sua forma original.

HIGUCHI<sup>23</sup> testou a equação da variável combinada para quatro espécies de nativas, obtendo uma boa precisão.

SILVA<sup>41</sup> testou cinco modelos de equações para várias espécies de *Eucalyptus* no Estado de Minas Gerais, três lineares  $V = a + bD^2H$ ;  $V = a + bD^2 + cD^2H + dH$  e  $V = a + bD^3H + cDH$  e

dois não lineares  $V = a(D^2H)^b$  e  $V = aD^bH^c$  e concluiu que a melhor que se ajustou aos dados foi a de Schumacher-Hall, ou seja,  $V = aD^bH^c$ .

MACHADO<sup>30</sup>, em trabalho desenvolvido para *Pinus taeda* na região de Telêmaco Borba, testou vários modelos, obtendo uma maior precisão com a equação logarítmica  $V = a + b \log D + c \log H + d(\log D \times \log H)$ .

CAMPOS<sup>6</sup> comparou a eficiência de 3 equações comumente utilizadas para a construção de Tabelas de Volume para se estimar o volume total de árvores de *Pinus elliottii* var. *elliottii*, concluindo ser a equação exponencial  $V = aD^bH^c$  aquela que apresentou melhores resultados.

GOLDIN & HALL<sup>20</sup>, testando 25 equações de volume para *Pinus banksiana* Land, *Picea glauca* (Moench), *Voss* e *Populus tremuloides* Michx, considerando como variáveis independentes somente o DAP e a altura, a equação que deu maior precisão e fácil de usar foi a equação da Variável Combinada.

#### 4.8. INTENSIDADE DE AMOSTRAGEM

AVERY<sup>2</sup> considera que a medição no campo de 50 a 100 alturas totais ou comerciais, abrangendo todo o intervalo de classe de DAP, deve ser obtida da área selecionada para a construção de Tabela de Volume.

MEYER<sup>33</sup> cita que a primeira tabela de volume publicada na Alemanha em 1846, para Faia, Carvalho, Videiro, Abeto de Norway, Abeto silvestre e Larico, se baseou numa cubagem rigorosa de 40.220 árvores, com uma média de 5.750 árvores por espécie.

SILVA<sup>41</sup>, em seu estudo realizado para diversas espécies de *Eucalyptus* nas localidades de Coronel Fabriciano e Santa Bárbara, em Minas Gerais, para dois métodos de regeneração, cubou rigorosamente 3.353 árvores, considerando um número de 100 árvores no mínimo por variação, selecionadas ao acaso.

HIGUCHI<sup>23</sup> utilizou em seu trabalho, na região entre Foz do Iguaçu e Guaíra no Paraná, para quatro espécies nativas um número de 384 árvores, sendo 135 da espécie canela, 104 da espécie Pau-Marfim, 96 da espécie Cedro e 49 da espécie Canafístula.

#### 4.9. TESTE DE TENDENCIOSIDADE DOS RESÍDUOS ATRAVÉS DA PROBABILIDADE ASSOCIADA.

Quando a sequência de mudanças de sinais de uma série de resíduos é conhecida nota-se, algumas vezes, que grupos de resíduos positivos e negativos ocorrem de maneira que pode constituir um modelo raro. Pode-se então, pesquisar a causa responsável por este comportamento e verificar se um arranjo particular dos sinais é um arranjo que ocorre aleatoriamente ou não, se apresentam ou não uma tendenciosidade na sua distribuição.

O estudo desta tendenciosidade é verificado estudando a sequência de mudanças (U) dos sinais agrupados, positivos  $n_1$  e negativos  $n_2$ , dos resíduos fornecidos pelas equações de regressão utilizadas; se a possibilidade de ocorrência de tais mudanças de sequência (U) for menor do que um valor de



probabilidade pré-estabelecido, rejeita a idéia de uma distribuição aleatória; isto significa que a probabilidade de  $U$  tabelar é menor ou igual ao valor observado<sup>10</sup>.

## 5. MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1. MATERIAIS

#### 5.1.1. DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA

O Estado do Paraná localiza-se na Região Sul do Brasil, entre as latitudes de  $22^{\circ}29'30''$  S e  $26^{\circ}42'59''$  S e entre as longitudes de  $48^{\circ}02'24''$  WG e  $54^{\circ}37'38''$  WG, com uma área de aproximadamente  $201.203 \text{ km}^2$ , subdividida em cinco grandes regiões geográficas naturais.

Os dois eixos potenciais florestais, objeto da presente pesquisa, constituem parte de duas destas cinco regiões geográficas naturais do Estado, ou seja, o Eixo Telêmaco Borba-Sengês, constituído pelas duas micro-regiões homogêneas 06 e 07, abrangendo os municípios de Telêmaco Borba, Tibagi, Piraí do Sul, Arapoti, Jaguariaíva e Sengês, encontra-se, segundo MAACK<sup>29</sup>, no segundo planalto, já o eixo Palmas-Guarapuava, constituído pelas micro-regiões homogêneas 23 e 24, abrangendo os municípios de Palmas, General Carneiro, Bituruna, Pinhão, Guarapuava, Inácio Martins e Laranjeiras do Sul, encontra-se, segundo MAACK<sup>29</sup>, no terceiro planalto, ou planalto do Trapp do Paraná e mais precisamente a micro-região homogênea 23 à região do Planalto de Palmas. A figura 04 apresenta o mapa de delimitação das micro-regiões.



Figura 04: Mapa de delimitação das micro-regiões.

#### 5.1.1.1. GEOLOGIA

A área que constitui o eixo Telêmaco Borba-Sengês pertence ao segundo planalto, sendo sua superfície entalhada nas rochas da série Açungui (filitos, quartzitos, calcários e dolomíticos) e nos granitos intrusivos. Parte da área pertence ao Noroeste do Primeiro Planalto modelado principalmente em granitos e quartzos pórfiros; suporta a drenagem do Rio Iapó; apresenta suaves ondulações e extensas varzeas de inundações. É o caso da zona de Piraí do Sul.

A área que constitui o eixo Palmas-Guarapuava, compõe parte do terceiro planalto. A constituição geológica deste planalto é bastante simples e a forma das superfícies são talhadas nos extensos derrames e lavas da série de São Bento e no Arenito Caiuá na parte Nordeste do Estado. Nas encostas da escarpa pode-se verificar o restante da estrutura, isto é, a sequência dos derrames e arenitos eólicos e subaquáticos, este jazendo descoordenadamente sobre sedimentos permianos. A Figura 05 apresenta o Mapa Geológico do Estado.

#### 5.1.1.2. SOLOS

As formações geológicas que ocorrem no Estado do Paraná fornecem as bases para o desenvolvimento de diferentes tipos de solo, sob a ação de fatores climáticos.

A maior parte do Paraná é ocupada por terras amarelas e vermelhas originadas pelo enriquecimento de óxidos e hidróxidos de ferro, sob a ação da temperatura, umidade e circulação de água carregada de  $\text{CO}_2$ . De uma maneira geral, os

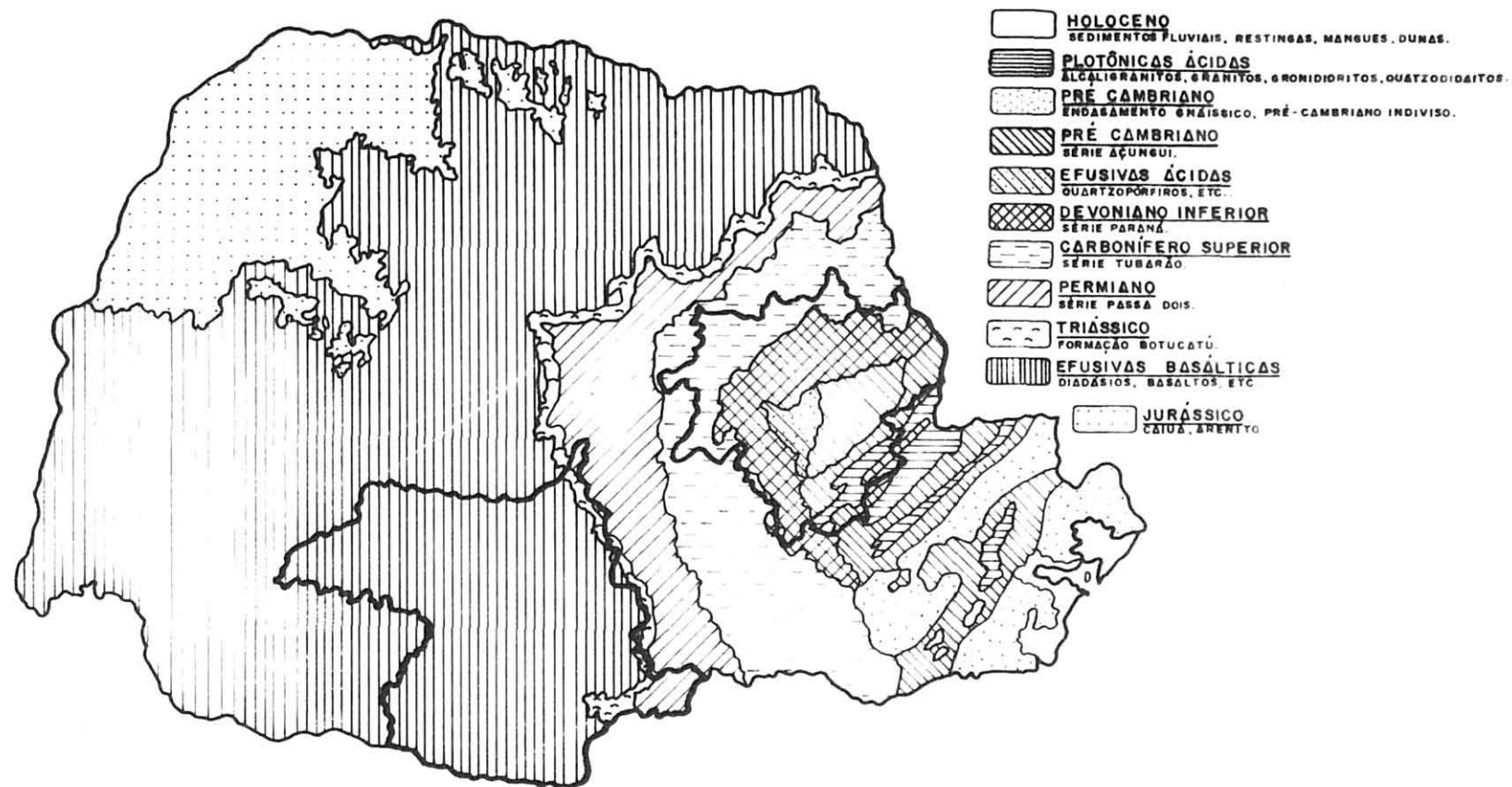


Figura 05: Mapa geológico do Estado do Paraná.

solos do Estado do Paraná sofreram pela sua origem geológica e cobertura vegetal predominante, três tipos de interações principais:

1) Solos vermelhos de campos com crostas de limonitas (canga) e lateritos, com flangomerados e conglomerados quaternários antigos que são observados também abaixo de grandes matas.

Em virtude de que os lateritos, as incrustações de canga e a formação de flangomerados correspondentes a clima com período seco anual. Estas formações são produtos de clima semi-árido até semi-úmido de épocas passadas. Apenas abaixo das matas os solos vermelhos antigos estão sujeitos a uma transformação.

2) A acidez dos solos aumenta do centro das grandes matas em direção às suas bordas, onde corresponde a um pH 4,5 a 5 de acidez dos campos.

Matas mais recentes, freqüentemente, têm um pH mais baixo do que os campos vizinhos. Disto resulta que as matas estenderam-se em idade geológica recente, sobre os campos, a partir dos centros primitivos nas encostas ou nos vales dos rios. Os solos antigos nas matas apenas sofreram transformações leves pela ação da vegetação e estão processando uma evolução que corresponde às associações vegetais. Em relação com uma fase clímax, adaptada à formação vegetal, os solos das matas do Paraná, ainda não estão muito evoluídos.

3) Mesmo os valores característicos do pH 5 a 6 das regiões mais antigas das matas do Paraná, ainda indicam so-

los ácidos apenas sob rochas eruptivas básicas do vulcanismo gonduônico e sobre calcários dolomíticos são encontrados solos neutros e levemente alcalinos com pH 6,8 a 7,5 e muitas vezes alcalinos com pH 8,0

#### 5.1.1.3. SISTEMA HIDROGRÁFICO DAS REGIÕES EM ESTUDO

Segundo o esboço hidrográfico do Paraná, traçado por MAACK<sup>29</sup>, o eixo Telêmaco Borba-Sengés é integrante das Bacias dos Rios Itararé e do Rio Tibagi, enquanto que o Eixo Palmas-Guarapuava faz parte das Bacias Hidrográficas dos Rios Iguaçu, Piquiri e Ivaí. A figura 06 apresenta o Mapa do Sistema Hidrográfico do Paraná.

#### 5.1.1.4. CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA

Em virtude das associações florestais e dos dados meteorológicos, torna-se fácil delimitar as diversas zonas climáticas do Paraná, utilizando-se da classificação de KOEPPEN. De acordo com esta classificação, pelo menos 80% de ambos os eixos pertencem à divisão climática Cfb, ou seja, clima chuvoso temperado quente, sempre úmido com chuvas suficientes em todos os meses do ano, com precipitação superior a 1.000 mm anuais, com o mês mais seco com precipitação superior a 60 mm, com mais de cinco geadas noturnas por ano, temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e 20% com clima classificado como Cfa, zona de clima subtropical úmido, com mata pluvial e mata de Araucaria; altitude acima de 500 m, com geadas noturnas variando de 0 a 3 por ano. As chuvas são

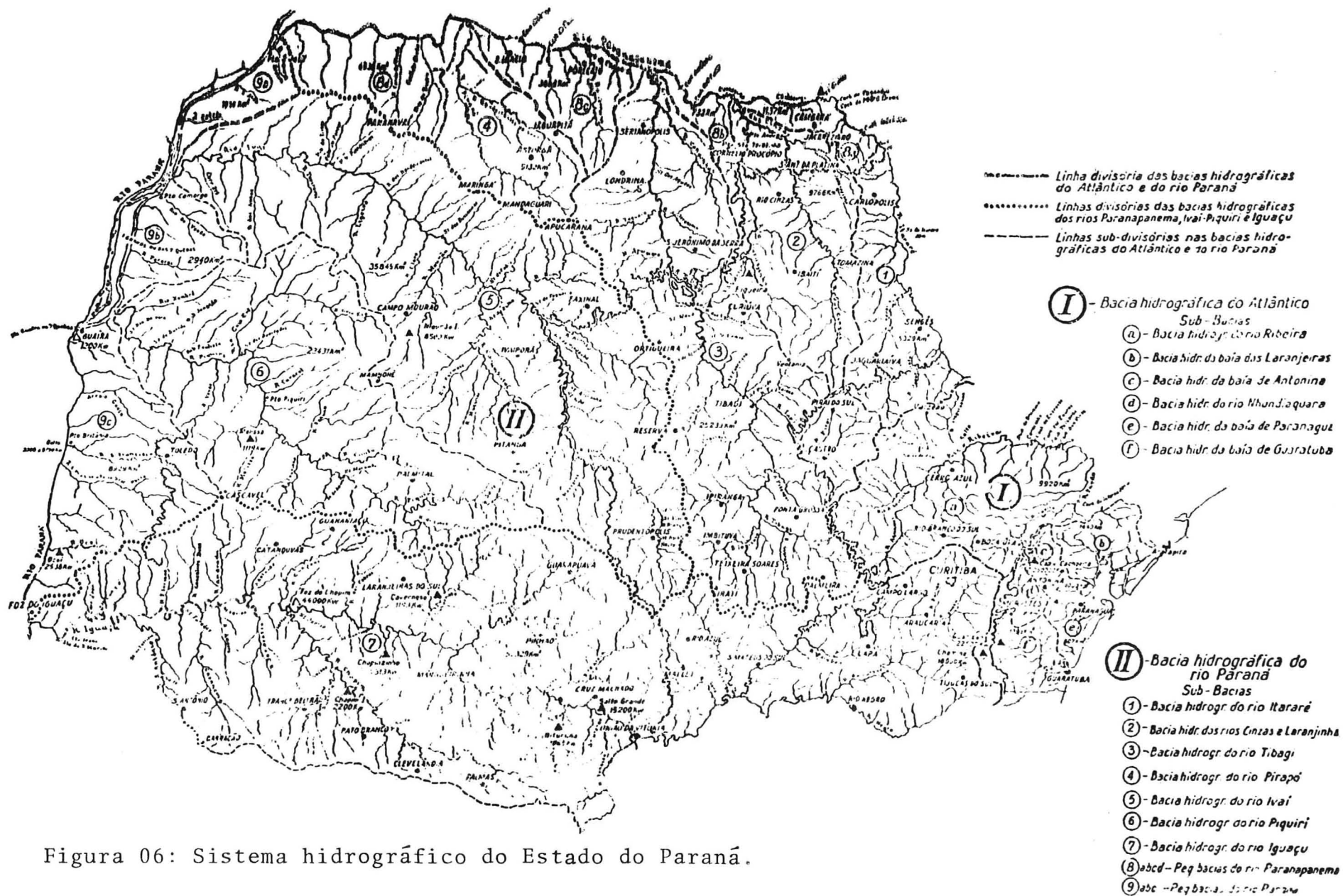


Figura 06: Sistema hidrográfico do Estado do Paraná.



distribuídas durante o ano todo; precipitação superior a 1.000 mm anuais, sem deficit hídrico e com a temperatura do mês mais quente superior a 22°C.

A classificação climática mais pormenorizada dentro de cada eixo é dada por MAACK<sup>29</sup>. O Eixo Palmas-Guarapuava, por ele classificado como zona de clima quente temperado subtropical, fresco até frio no inverno, terceiro planalto, MAACK<sup>29</sup> assim descreve as principais regiões:

GUARAPUAVA - Zona original de campo limpo (estepe de gramíneas baixas) com capões de mata de Araucaria. A temperatura média anual é de 16,8°C, variando entre o mês mais quente e o mais frio em 20,6°C e 12,9°C, respectivamente. Máxima média é de 24,4°C, o mês de maior precipitação média é o de janeiro de 182 mm, o mês com menor precipitação média é o de agosto com 72 mm; a precipitação média da região é de 1.653,7 mm anuais.

Classificação segundo TROLL - Clima subtropical quente temperado, sempre úmido e quente no verão-IV-7.

Segundo WISSMANN o clima é de savana úmida subtropical, sempre úmido e fresco no verão-II-Fb.

Segundo KOEPPEN a região apresenta um clima sempre úmido. A temperatura do mês mais quente é menor de 22°C; possui onze meses com temperatura maior de 10°C. Com cinco geadas noturnas por ano. É classificado como Cfv.

PALMAS - Zona original de campo limpo (estepe de gramíneas baixas) com matas de galeria ao longo dos rios. A temperatura média anual é de 15,1°C, o mês mais quente com temperatura média de 19,6°C, apresentando uma máxima média de 22,1°C.

O mês de maior precipitação média é o de junho com 203,8 mm, com o mês de menor precipitação média, julho com 93,3 mm. Precipitação média de 1.831,8 mm.

WISSMANN a classifica como de clima subtropical quente temperado, sempre úmido e fresco no verão, com temperatura menor do que 22,3°C.

Segundo KOEPPEN é uma região de clima Cfb, sempre úmido; o mês mais quente apresenta uma temperatura menor do que 22°C, apresentando dez meses com temperaturas médias maiores do que 10°C, com mais de cinco geadas noturnas por ano e com frequentes nevadas.

O eixo Sengés-Telêmaco Borba que se apresenta como pólo de grande influência é classificado por MAACK<sup>29</sup> como zona de clima quente temperado subtropical, fresco e até frio no inverno, principalmente nas regiões de Jaguariaíva e Tibagi.

JAGUARIAÍVA - Zona original de campo cerrado (estepe arbustiva, de gramínea baixa) com temperatura média anual de 17,7°C. O mês mais quente apresenta uma temperatura média de 21,3°C e o mês mais frio com 13,4°C. A temperatura média é de 24,1°C. O mês de maior precipitação média é o de janeiro com 225,4 mm e o mês de menor precipitação média é o de julho com 61,3 mm. Apresenta os 12 meses úmidos e uma precipitação anual de 1.383 mm.

Segundo TROLL é uma região de clima IV-7- Clima Subtropical quente temperado; apresenta-se sempre úmido e quente no verão.

Segundo WISSMANN é classificado como II-Fb, clima típico de savana subtropical, com temperatura menor de 23°C,

sempre úmido e fresco no verão.

Segundo KOEPPEN o clima é considerado como Cfb. Sempre úmido; a temperatura do mês mais quente é menor do que  $22^{\circ}\text{C}$ . Onze meses por ano menor do que  $10^{\circ}\text{C}$  com algumas geadas noturnas, por ano.

TIBAGI - Zona de campo limpo (estepe de gramíneas baixas) com capões de mato de Araucaria. A temperatura média anual é de  $18,6^{\circ}\text{C}$ , variando as temperaturas do mês mais quente e o mês mais frio entre  $14,7^{\circ}\text{C}$  e  $22,8^{\circ}\text{C}$ . A temperatura máxima média é de  $26,4^{\circ}\text{C}$ , apresentando o mês de maior precipitação o de janeiro com 173,5 mm; o mês menos chuvoso é o de agosto com 54,8 mm, com uma precipitação média anual de 1.362,5 mm.

Segundo TROLL é uma região de clima subtropical quente temperado, sempre úmido e quente no verão, ou seja, IV-7.

Segundo WISSMANN o clima é de savana úmida tropical, sempre úmido e quente no verão II-Fb.

A classificação segundo KOEPPEN apresenta como de Cfa, descrito como de clima pluvial quente temperado, sempre úmido. O mês mais quente com temperatura menor do que  $22^{\circ}\text{C}$  e precipitação maior do que 600 mm.

A divisão climática do Estado do Paraná é apresentada na Figura 07.

#### 5.1.1.5. REGIÕES CLIMÁTICAS, EDÁFICAS E GEOGRÁFICAS PARA O REFLORESTAMENTO

Segundo GOLFARI<sup>21</sup>, as regiões constituintes do Eixo Palmas-Guarapuava se encontram em zonas de clima super-úmido e as classifica como potencialmente aptas para o desenvolvi-

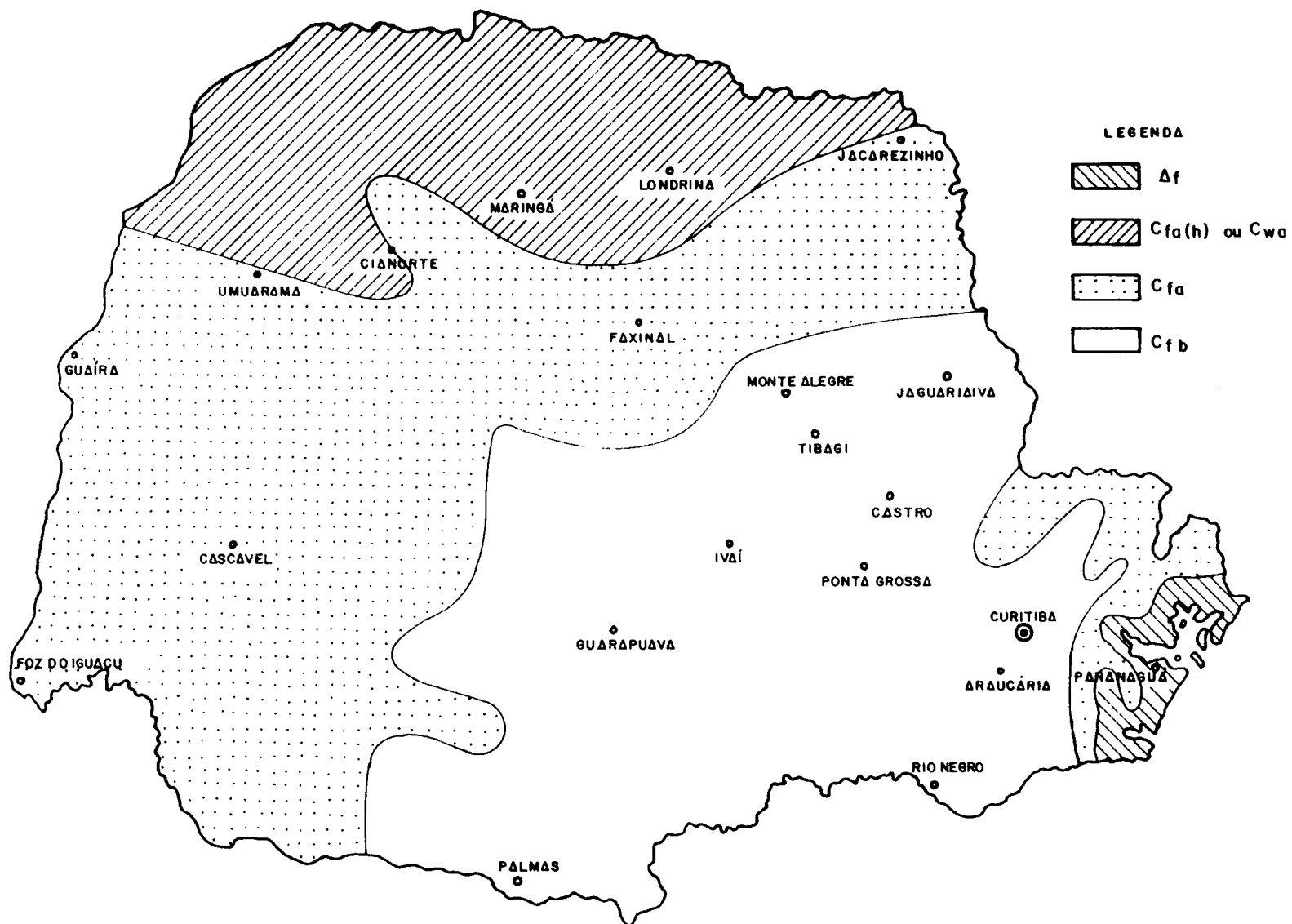


Figura 07: Tipos climáticos do Estado do Paraná.

mento de *Pinus taeda* L., *Pinus elliottii* Engelm, e *Araucaria*, enquanto que as regiões constituintes do Eixo Telêmaco Borba-Sengês é, em sua quase totalidade, classificada como sendo de clima super-úmido com uma pequena porção em clima úmido e também as classifica como potencialmente aptas para o desenvolvimento de *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* e *Araucaria angustifolia*.

GOLFARI<sup>21</sup> cita que as regiões objeto da pesquisa encontram-se no planalto Sul do Brasil, com altitudes variando desde 500 m até 1.300 m, com tipo climático montano baixo, super-úmido, temperaturas médias anuais entre 12°C e 18°C, geadas frequentes, precipitação média anual entre 1.250 mm e 2.500 mm, uniformemente distribuída durante o ano.

#### 5.1.1.6. REGIÕES GEOGRÁFICAS NATURAIS DO ESTADO DO PARANÁ

Segundo MAACK<sup>29</sup> o eixo Telêmaco Borba-Sengês constituído pelas micro-regiões 06 e 07 pertencem ao primeiro planalto, mais precisamente, ao planalto do maracanã. Já o eixo Palmas-Guarapuava que compreende as micro-regiões 23 e 24 se encontra no terceiro planalto ou Planalto do Trapp do Paraná. A micro-região 23 se encontra no terceiro planalto ou Planalto de Guarapuava e a micro-região 24, nas vertentes do Planalto de Palmas, também no terceiro planalto.

#### 5.1.1.7. ZONEAMENTO FITOGEOGRÁFICO

Segundo MAACK<sup>29</sup>, as regiões componentes do eixo Gua-

rapuava-Palmas, bem como as do eixo Telêmaco Borba-Sengês se alternam fitogeograficamente em regiões de mata secundária predominante com samambaia na zona de Araucaria. Região principal de colonização, com terras usadas periodicamente (sistemas de roças, pouca rotação de culturas), com regiões de campos limpos com capões e matas ciliares ou galerias ao longo dos rios e arroios (também zonas de araucária) e matas de Araucárias com taquarais e palmáceas ricas em Dicksonias com predominância de *Arecastrum (cocus) ramanzoff*, mas também com *Euterpe edulis* nas regiões quentes (solos férteis).

A Figura 08 apresenta o mapa Fitogeográfico do Estado do Paraná.

## 5.2 MÉTODOS

### 5.2.1. AMOSTRAGEM

#### 5.2.1.1. MÉTODOS DE AMOSTRAGEM

Foram escolhidos, dentro das Micro-Regiões, áreas representativas das regiões em estudo.

A eleição das árvores amostras, para a cubagem rigorosa, recaiu sobre os talhões que cobriam toda a amplitude de variação diamétrica existente na região e, dentro delas, as árvores foram sorteadas aleatoriamente.

Na amplitude de cada classe diamétrica foi calculado o número de árvores a serem medidas de acordo com a variação volumétrica da classe, as quais foram medidas aleatoriamente.

- I - REGIÃO LITORÂNEA**
- 1- Praia, formação psamítica (Ipomoea pes-caprae, gramíneas, etc)
- 2- Manguezal (Laguncularia Rhizophora e Avicennia), rico em epífitas
- II - REGIÕES PANTANOSAS**
- 3- Restinga sub-xerófila e flora halófila com predominância de palmeiras (Euterpe, Attalea, Coccoloba com raízes e lamas)
- 4- Pantanos de litoral
- 5- Pantanos e campos de inundação do rio Paraná com predominância de gramíneas e taquaraçu
- 6- Várzeas (campos de inundação) dos grandes rios
- III - REGIÕES ALTAS DAS SERRAS**
- 7- Cerrados campos e vegetação das rochas
- IV - REGIÕES DAS MATAS**
- 8- Mata pluvial trop de litoral e da serra de Maricá, regiões serranas. Rios em epífitas, lamas e palmeiras, Euterpe, Cocos, Attalea, etc (inclusive tipo sub-tropical com Clatécceas)
- 9- Mata pluvial trop de baixas do interior e do vale do rio Ivaí, rica em epífitas, lamas e palmíeis (Euterpe edulis predominante, Cocos, etc)
- 10- Mata pluv. trop. menos exuberante, com notável encostas de palmeiras (Aracaciastrum, Cecocultrifera predominante e raramente Euterpe)
- 11- Mata pluvial sub-tropical de interior, epífitas e lamas em menor escala, rica em Clatécceas, amêdo com Euterpe e Cocos
- 12- Matas de Araucárias com Taquaraçu e palmeiras ricas em Dicotyledonáceas com predominância de Araucariastrum (Cecocultrifera) romm-zoff mas também com Euterpe edulis nas regiões quentes (solos fértil)
- V - REGIÕES DOS CAMPOS**
- 13- Zonas principais de Erica male (lilas paraguaienses) na região das Araucárias
- 14- Campos cerrados de tipo das savanas do planalto central do Brasil (estepe arbustiva)
- 15- Campos limpos com caipós e matas ciliares ruibundas ao longo dos rios e arroyos (também zonas de Araucárias)
- VI - REGIÕES DE MATAS DEVASTADAS**
- 16- Matas secundárias predominantes na zona litorânea com culturas de banana, canaviais, etc
- 17- Matas secundárias de vastos na região pluv. trop de interior, substituídas por cafeeiras, pastos e demais culturas
- 18- Matas devastadas da zona de litoral com cultivos artificiais, culturas de algodão, cereais, etc
- 19- Zona de mata pluvial sub-tropical devastada intermeada de terra cultivada
- 20- Mata secund. predominante com samambaias na zona de Araucárias Região principal de colonização com terras usadas periodicamente (Cecocultrifera, Picea, raiçãs de cultura)
- 21- Zona de culturas elevadas. Completo desaparecimento dos limites das espécies florísticas naturais como mata e campo (Rutifundschalt)

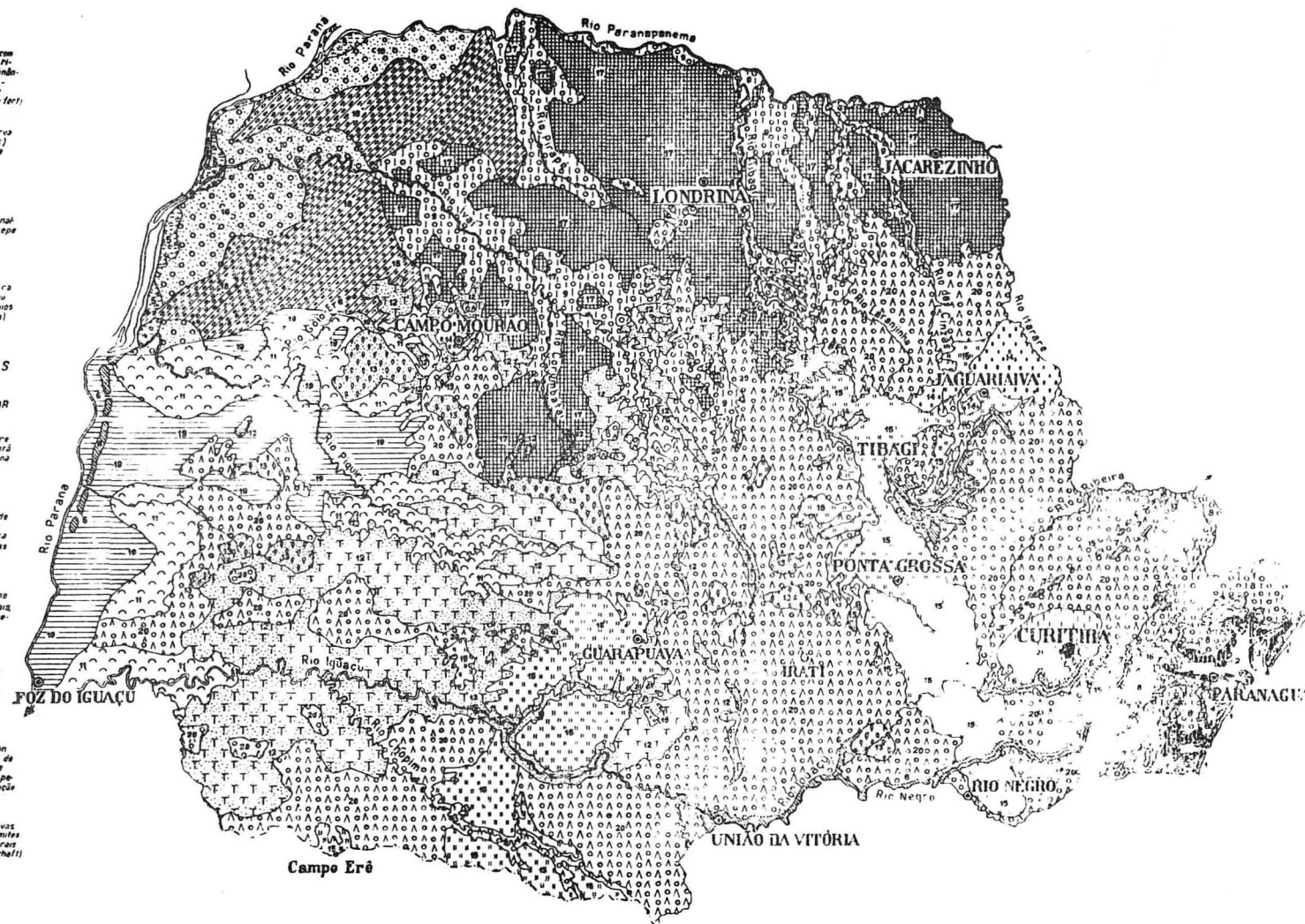


Figura 08 Mapa fitogeográfico do Estado do Paraná.

Quadro 05: Local de Cubagem das Árvores por Micro-Região

MICRO-REGIÃO	MUNICÍPIO DE MEDIÇÃO	PROPRIETÁRIO DO PROJETO
06	Telêmaco Borba	INDÚSTRIAS KLABIN DO PARANÁ
07	Sengés	BRASKRAFT S.A. - FLORESTAL E INDUSTRIAL
23	Guarapuava	MANASA - MADEIREIRA NACIONAL S.A.
24	Mariópolis	INDÚSTRIA DE MADEIRA WEISS LTDA.

#### 5.2.1.2. DIVISÃO POR CLASSES DE DIÂMETRO

As árvores, objeto da cubagem rigorosa, para desenvolver as equações de regressão, abrangeram toda a amplitude de variação diamétrica existente na região.

O intervalo das classes diamétricas foi de 2 cm para todas as micro-regiões a partir de um DAP mínimo de 5 cm, com casca.

#### 5.2.1.3. SELEÇÃO DAS ÁRVORES AMOSTRAS

A intensidade de amostragem, por classe de diâmetro foi estimada para um limite de erro de 10% e uma probabilidade de 95%. Tomou-se como base para o cálculo do número de árvores, o volume de oito árvores por classe diamétrica. Após o estudo da variabilidade volumétrica dentro da classe, para as classes onde o número de árvores necessárias fora maior do que oito árvores coletaram-se amostras complementares e



para as que apresentaram um número menor do que oito árvores sortearam-se aleatoriamente as árvores a serem computadas.

#### 5.2.1.4. NÚMERO DE ÁRVORES POR CLASSE DIAMÉTRICA

O número de árvores por classe diamétrica foi obtido através do uso da fórmula padrão para o cálculo da intensidade de amostragem para o método de amostragem aleatório irrestrito.

$$n_i = \frac{s^2 \cdot t^2}{E^2}$$

Onde:

$n_i$  = estimativa do número de árvores por classe de diâmetro.

$s^2$  = variância dos volumes dentro da classe "i".

$t^2$  = valor de "t" tabelar para um nível de probabilidade de 95% e  $n - 1$  graus de liberdade.

$E$  = expectativa do erro =  $(L.E. \cdot \bar{x})^2$  e  $L.E.$  = 10%.

$L.E.$  = limite de erro em percentagem.

#### 5.2.2. MEDIÇÃO DAS VARIÁVEIS

As árvores foram abatidas ao nível do solo e seccionadas às alturas da base, em 0,3 m, 1,30 m e a partir do DAP em secções de 2m em 2m.

Os diâmetros foram medidos com casca, em todas as secções com a fita diamétrica. A espessura da casca foi medida

com uma régua de aço graduada em milímetros.

A altura total da árvore abatida foi tomada com uma trena de fibra de nylon.

Os volumes totais para a cubagem rigorosa foram computados através do somatório dos volumes das secções individuais pela fórmula de Smalian para o cálculo do volume das secções regulares:

$$V_i = \frac{(g_{inf.} + g_{sup.})}{3} \cdot L$$

e fórmula do volume do cone para o cálculo do volume da última secção:

$$V_C = \frac{(g_{bc} \cdot L)}{3}$$

$$VT = \sum_{i=1}^n V_{li} + V_2$$

Onde:

$V_i$  = volume da secção i

$V_C$  = volume da secção cônica

VT = volume real individual

$g_{inf}$  = área transversal do extremo inferior da secção.

$g_{sup.}$  = área transversal do extremo superior da secção.

$g_{bc}$  = área transversal da base da última secção.

i = comprimento da secção i em metros.

L = comprimento da secção.

### 5.2.3. MODELOS ENVOLVIDOS NA PESQUISA

Os modelos escolhidos neste trabalho são os mais ci-

tados atualmente na literatura florestal. Dois destes modelos são lineares e três deles são exponenciais transformados através do uso de logaritmos. Os modelos testados foram os seguintes:

a) Equação da variável combinada ou equação de Spurr:

$$V = \alpha + \beta D^2 H$$

b) Equação de Stoate:

$$V = \alpha + \beta D^2 + \gamma D^2 H + \delta H$$

c) Equação Exponencial de Schumacher-Hall:

$$V = \alpha D^\beta C^\alpha$$

Forma linearizada:

$$\log V = \alpha + \beta \log D + \gamma \log C$$

d) Equação Exponencial de Spurr:

$$V = \alpha (D^2 H)^\beta$$

Forma linearizada:

$$\log V = \alpha + \beta \log (D^2 H)$$

e) Equação Exponencial de Husch:

$$V = \alpha D^\beta$$

Forma linearizada:

$$\log V = \alpha + \beta \log D$$

Onde:

D = diâmetro

H = altura

Os cinco modelos citados foram testados para os dados de cada micro-região. Após o processamento dos dados, estes foram agrupados num só pacote de dados e novamente testados para a constituição dos modelos genéricos gerando, dessa forma, vinte e cinco equações de regressão.

#### 5.2.4. ESCOLHA DO MODELO

O mérito de uma equação volumétrica aumenta consideravelmente se ela contiver variáveis que sejam fáceis de mensurar com exatidão, que sejam altamente correlacionadas com o volume, tenham baixa correlação entre si e o volume estimado por árvores individuais se aproxime do volume calculado pela técnica padrão de cubagem da árvore abatida<sup>17</sup>.

Segundo KOZAK<sup>27</sup>, o coeficiente de determinação se aplica aos dados dos quais a regressão foi ajustada e não é uma estimativa do coeficiente de determinação da população. Afirma ainda o autor que o valor do Coeficiente de Determinação é influenciado por diversos fatores quando calculado de diferentes conjuntos de observações, entre eles:

- o tamanho da amostra
- a extensão ou campo da variável independente ou variáveis, no caso de regressão múltipla
- inolinação da linha de regressão.

O coeficiente de Determinação é a razão entre a soma

dos quadrados devido a regressão e a soma dos quadrados totais, corrigidos pela média.

O coeficiente de determinação descreve a proporção da soma dos quadrados da variável dependente que pode ser explicada pelas variáveis independentes e não é um bom índice para comparar duas ou mais equações, por sofrer influência dos fatores mencionados<sup>27</sup>.

O mesmo autor afirma que a melhor aproximação se faz calculando e comparando a variação residual depois da retro-transformação das variáveis às unidades originais.

A distribuição uniforme dos resíduos significa que a diferença entre os valores reais e os estimados pela regressão deve ser homogênea<sup>41</sup>.

Embora sejam fornecidos os resultados para o teste F, o Coeficiente de Determinação, Erro-Padrão Residual, Índice de Furnival e a Distribuição dos Resíduos, o critério de julgamento das melhores equações foi a comparação do Erro-Padrão Residual, Índice de Furnival e a Análise dos Gráficos dos Resíduos. Para a apresentação dos gráficos dos Resíduos das equações logarítmicas e comparações, os resíduos foram re-transformados para cada equação.

O Índice de Furnival é usado para comparar modelos de diferentes naturezas e é dado por:

$$IF = sxy \cdot \text{anti log } (\Sigma \log N)/p.(\log_{10} e)^{-1}$$

Quando a variável dependente é uma função do volume, o Índice pode ser considerado como o erro-padrão médio transformado para as unidades de volume<sup>18</sup>.

Os quadros da distribuição dos resíduos para cada equação de regressão deram origem aos testes de tendência a-

través do Teste de Probabilidade Associada dos Resíduos.

O estudo da distribuição dos resíduos para a verificação da tendenciosidade apresentada pelos mesmos ao longo de cada equação, para as 25 equações resultantes da presente pesquisa, foi considerado através do Teste de Probabilidade Associada, desenvolvido por SWED & EISENHART\*, citado por DRAPER & SMITH<sup>10</sup>, considerando como  $n_1$  os resíduos positivos,  $n_2$  os resíduos negativos e  $U$  o número de sucessão de elementos idênticos que são seguidos ou precedidos por elementos diferentes ou não, a um nível de probabilidade de 0,05. Após a determinação de  $n_1$ ,  $n_2$  e  $U$ , testou-se a hipótese da distribuição dos resíduos ser ou não tendenciosa entrando-se com os valores determinados na tabela desenvolvida por SWED & EISENHART a qual, fornece valores de probabilidade com que  $U$  ocorrerão. As equações que apresentaram valores tabelados com probabilidade superior a  $U$  foram considerados tendenciosas e, portanto, eliminadas.

A verificação da existência ou não de diferenças significativas entre as equações resultantes realizou-se através do teste de comparação múltipla desenvolvido por TUKEY.

Os dados que deram origem às equações não consideradas significantes estatisticamente foram agrupados para desenvolver as equações genéricas.

Para o processamento do teste de TUKEY considerou-se como tratamentos os modelos testados e cujos ajustes são não tendenciosos e como blocos os resíduos médios fornecidos den-

\* "Tables for testing randomness of grouping in a sequence of alternatives", Annals of Mathematical statistics, 14, 1943. 66 - 67.

tro de cada classe diamétrica ao longo de toda a equação, para as equações testadas.

Considerando-se que o número de blocos variou de tratamento para tratamento, utilizou-se para as comparações a fórmula matemática:

$$W = q (p_1 \cdot n_2) S\bar{x}$$

$$S\bar{x} = \sqrt{1/2 \left( \frac{1}{r_i} + \frac{1}{r_j} \right) S^2_c}$$

$$S^2_c = \frac{\sum_{i=1}^n (N_i - 1) (S^2_{ti})}{\sum_{i=1}^n (N_i - 1)}$$

Onde:

W = comparador de TUKEY

qx = valor tabelar desenvolvido por TUKEY a 0.01

P<sub>1</sub> = número de tratamentos

n<sub>2</sub> = número de graus de liberdade

S $\bar{x}$  = erro-padrão

r<sub>i</sub> = número de blocos no tratamento i

r<sub>j</sub> = número de blocos no tratamento i + 1

S<sup>2</sup><sub>c</sub> = variância combinada dos i tratamentos

S<sup>2</sup><sub>ti</sub> = variância do tratamento ti

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.1. NÚMERO DE ÁRVORES POR CLASSE DIAMÉTRICA

Os resultados das estimativas do número de árvores por classe diamétrica usadas na derivação das equações volumétricas realizadas através da fórmula padrão do processo inteiramente casualizado, para cada micro-região e para a formação da equação, são fornecidos nos quadros de 12 a 16 no apêndice.

Em nenhuma das micro-regiões estudadas notou-se uma distribuição de frequência do número de árvores, normal ao longo das classes diamétricas, uma vez que a intensidade de amostragem fora calculada independentemente para cada classe diamétrica.

### 6.2. ESCOLHA DO MELHOR MODELO DE REGRESSÃO

Para os cinco modelos propostos, a derivação dos coeficientes das equações de regressão para os volumes totais com e sem casca foi feita, analiticamente, através do método dos mínimos quadrados para as quatro micro-regiões estudadas e também para as equações genéricas constituídas pelo conjunto dos volumes obtidos nas quatro micro-regiões.

São apresentados nos quadros 06 e 07 os coeficientes das equações volumétricas e os valores do coeficiente de determinação, do erro-padrão residual para as equações lineares



Quadro 06: Coeficiente e estatísticas relevantes de todas as equações de regressão testadas para volume com casca, por micro-região

EQUAÇÃO	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$R^2$	$\Delta_{yx}$	IF	F
MICRO REGIÃO Nº 06								
1- VARIÁVEL COMBINADA	0.01900	0.00003			0.98066	0.05128		12.576.89
2- STOATE	- 0.07948	- 0.00005	0.00003	0.00799	0.98296	0.04834		4.729.35
3- SCHUMACHER	- 4.33166	1.89261	1.03274		0.99260		0.02657	16580.90
4- VAR.COMB. LOGARITMICA	- 4.30647	0.98604			0.99251		0.02668	32843.52
5- HUSCH	- 3.87273	2.45249			0.97091		0.05257	8276.01
MICRO REGIÃO Nº 07								
6- VARIÁVEL COMBINADA	0.00633	0.00003			0.98279	0.01767		6.452.31
7- STOATE	- 0.00183	0.00004	0.00003	0.00073	0.98304	0.01766		2.820.12
8- SCHUMACHER	- 4.23337	2.05558	0.70693		0.96776		0.01493	2.206.43
9- VAR.COMB. LOGARIT.	- 4.27923	0.94997			0.96666		0.01513	4.290.96
10- HUSCH	- 4.06207	2.47634			0.95859		0.01686	3.425.81
MICRO REGIÃO Nº 23								
11- VAR. COMB.	0.01481	0.00004			0.98646	0.02883		11.585.50
12- STOATE	- 0.03824	0.00003	0.00003	0.00507	0.98759	0.02778		4.163.49
13- SCHUMACHER	- 4.16331	1.73968	1.08288		0.99148		0.01657	9.192.82
14- VAR. COMB. LOGARIT.	- 4.12957	0.92612			0.99107		0.01692	17.636.38
15- HUSCH	- 3.87690	2.47485			0.97199		0.02995	5.516.98
MICRO REGIÃO Nº 24								
16- VAR. COMB.	0.01807	0.00004			0.97484	0.03637		7.401.86
17- STOATE	- 0.04498	- 0.00008	0.00004	0.00642	0.97989	0.03269		3.069.50
18- SCHUMACHER	- 4.28283	1.84671	1.07949		0.99272		0.01806	12.953.83
19- VAR. COMB. LOGARIT.	- 4.24188	0.96087			0.99253		0.01824	25.389.60
20- HUSCH	- 3.86653	2.49362			0.97748		0.03168	8.291.13
EQUAÇÕES GÊNICAS								
21- VAR. COMB.	0.01704	0.00003			0.97986	0.04186		36.604.46
22- STOATE	- 0.05570	0.000001	0.00003	0.00730	0.98363	0.03780		15.020.57
23- SCHUMACHER	- 4.31162	1.79420	1.14100		0.98686		0.02376	28.187.77
24- VAR. COMB. LOGARIT.	- 4.27623	0.98139			0.98600		0.02451	52.958.43
25- HUSCH	- 3.99109	2.53592			0.95319		0.04481	15.314.28

Quadro 07: Coeficientes e estatísticas relevantes de todas as equações de regressão testadas para volume sem casca, por micro-região

EQUAÇÃO	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$R^2$	$\Delta_{yx}$	IF	F
MICRO REGIÃO Nº 06								
1-VARIÁVEL COMBINADA	0.00525	0.00003			0.97948	0.04845		11.839.30
2-STOATE	- 0.06135	- 0.00005	0.00003	0.00638	0.98197	0.04861		4.456.06
3-SCHUMACHER	- 4.54242	1.89142	1.15865		0.98812		0.02991	10.271.22
4-VAR. COMB. LOGARITMICA	- 4.48037	0.99432			0.98759		0.03050	19.740.84
5-HUSCH	- 4.02754	2.51955			0.98247		0.05304	6.360.73
MICRO REGIÃO Nº 07								
6- VAR. COMB.	0.00278	0.00003			0.98485	0.01399		9.260.25
7- STOATE	0.00342	0.00002	0.00003	0.00010	0.98492	0.01405		3.179.28
8- SCHUMACHER	- 4.32361	1.89223	0.92061		0.99234		0.00588	9.527.62
9- VAR. COMB. LOGARIT.	- 4.32726	0.93993			0.99234		0.00586	19.166.44
10-HUSCH	- 4.10054	2.44017			0.97603		0.01037	6.026.22
MICRO REGIÃO Nº 23								
11- VAR. COMB.	0.00543	0.00003			0.98581	0.02635		11.045.20
12- STOATE	- 0.03662	- 0.00001	0.00003	0.00444	0.98684	0.02553		3.925.55
13- SCHUMACHER	- 4.41666	1.73556	1.24286		0.99151		0.01440	9.230.22
14- VAR. COMB. LOGARIT.	- 4.35726	0.96686			0.99034		0.01532	16.293.72
15- HUSCH	- 4.08793	2.57934			0.96797		0.02788	4.805.48
MICRO REGIÃO Nº 24								
16- VAR. COMB.	0.01513	0.00003			0.97142	0.03469		6.491.44
17- STOATE	- 0.03752	- 0.00009	0.00004	0.00548	0.97645	0.03165		2.612.46
18- SCHUMACHER	- 4.38341	1.86059	1.10498		0.99133		0.01763	10.859.40
19- VAR. COMB. LOGARIT.	- 4.33756	0.97220			0.99110		0.01781	21.269.79
20- HUSCH	- 3.95728	2.52261			0.97575		0.02940	1.686.73
EQUAÇÕES GÊNICAS								
21- VAR. COMB.	0.00705	0.00003			0.97813	0.03958		33.638.44
22- STOATE	- 0.04193	- 0.00008	0.00003	0.00584	0.98218	0.03578		13.775.71
23- SCHUMACHER	- 4.47473	1.76341	1.26178		0.98921		0.01879	34.431.60
24- VAR. COMB. LOGARIT.	- 4.41958	0.98189			0.98722		0.02044	56.087.85
25- HUSCH	- 4.12027	2.58364			0.94970		0.04054	14.198.49

res, do Índice de Furnival e do F calculado.

A escolha do melhor modelo de regressão para cada micro-região e para a equação genérica recaiu sobre o modelo cuja equação resultante apresenta o menor Índice Furnival, a melhor distribuição dos resíduos e o mais alto coeficiente de determinação.

#### 6.2.1. COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO

Conforme demonstram os quadros 06 e 07, os maiores valores dos coeficientes de determinação alcançados pelas equações de regressão, tanto para as micro-regiões isoladamente, como para a equação genérica foram oferecidos pelo modelo proposto por Schumacher-Hall, exceto à micro-região número 07 em que a equação de Stoaate apresentou um coeficiente de determinação mais elevado.

#### 6.2.2. ERRO-PADRÃO RESIDUAL

A escolha da melhor equação de regressão é feita, na quase totalidade dos trabalhos existentes, baseando-se no erro-padrão residual quando se trata de equações de forma linear.

Dentre as equações resultantes dos modelos lineares, em todas as micro-regiões, bem como as genéricas, conforme demonstram os quadros 06 e 07, o modelo que teve o menor erro-padrão residual foi o proposto por STOATE.

### 6.2.3. ÍNDICE DE FURNIVAL

No caso de se comparar e se escolher o melhor entre modelos de naturezas diferentes se utiliza o Índice desenvolvido por FURNIVAL.

Nos quadros 06 e 07 verificou-se que o modelo que apresentou o menor índice fora o proposto por Schumacher-Hall nas equações geradas, tanto pelos dados de cada micro-região isoladamente, como para os dados agrupados que constituíram as equações genéricas.

### 6.2.4. DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS

As figuras de número 09 a 13 apresentam a distribuição dos resíduos fornecidos pela diferença entre os valores reais obtidos através de cubagem rigorosa e os valores obtidos pela equação de regressão gerada pelo ajustamento desses dados, ao longo de toda a amplitude dos dados existentes, para o melhor modelo de cada micro-região e para os valores agrupados.

A inclusão deste critério para a escolha do melhor modelo prende-se ao fato de que os valores estimados do  $R^2$ , e IF são valores únicos para a amplitude total dos dados que geram as equações; isto pode possibilitar a escolha do modelo errado pelo simples fato de uma equação apresentar um maior  $R^2$  e menores valores de  $s_{xy}$  e IF, podendo a equação eleita, superestimar ou subestimar os valores reais ao longo das classes diamétricas. O traçado do gráfico de distribuição dos resíduos permite detectar tais tendências e escolher acertadamente o modelo mais correto.

Uma demonstração da veracidade desta afirmação pode

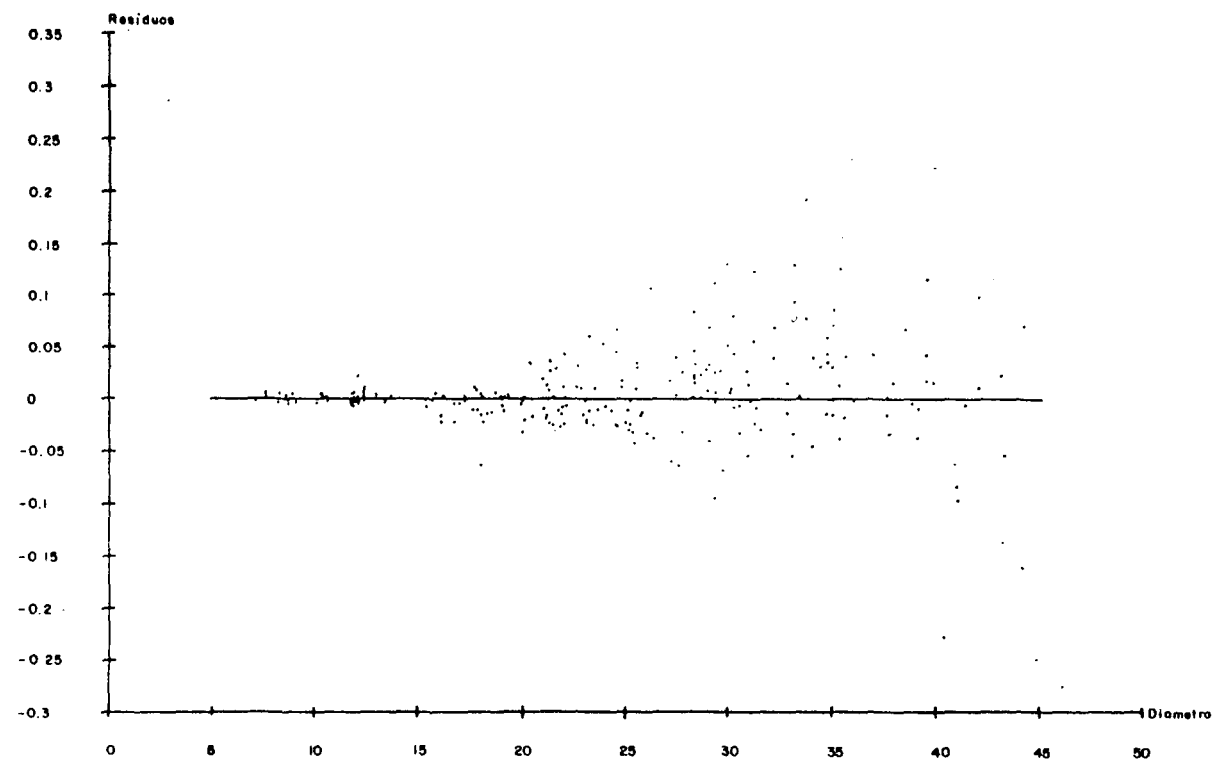


Figura 09: Distribuição dos Resíduos para a Equação de SCHUMACHER-HALL na Micro-Região 06.

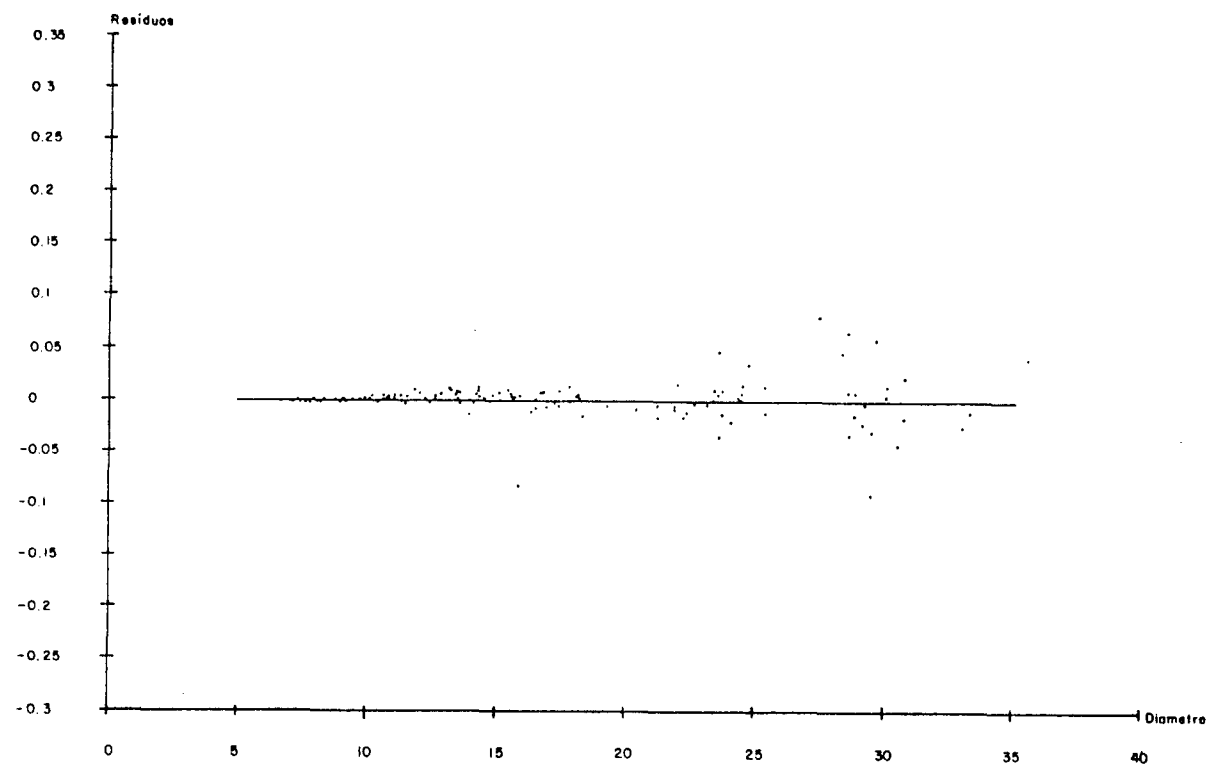


Figura 10: Distribuição dos Resíduos para a Equação de SCHUMACHER-HALL na Micro-Região 07.

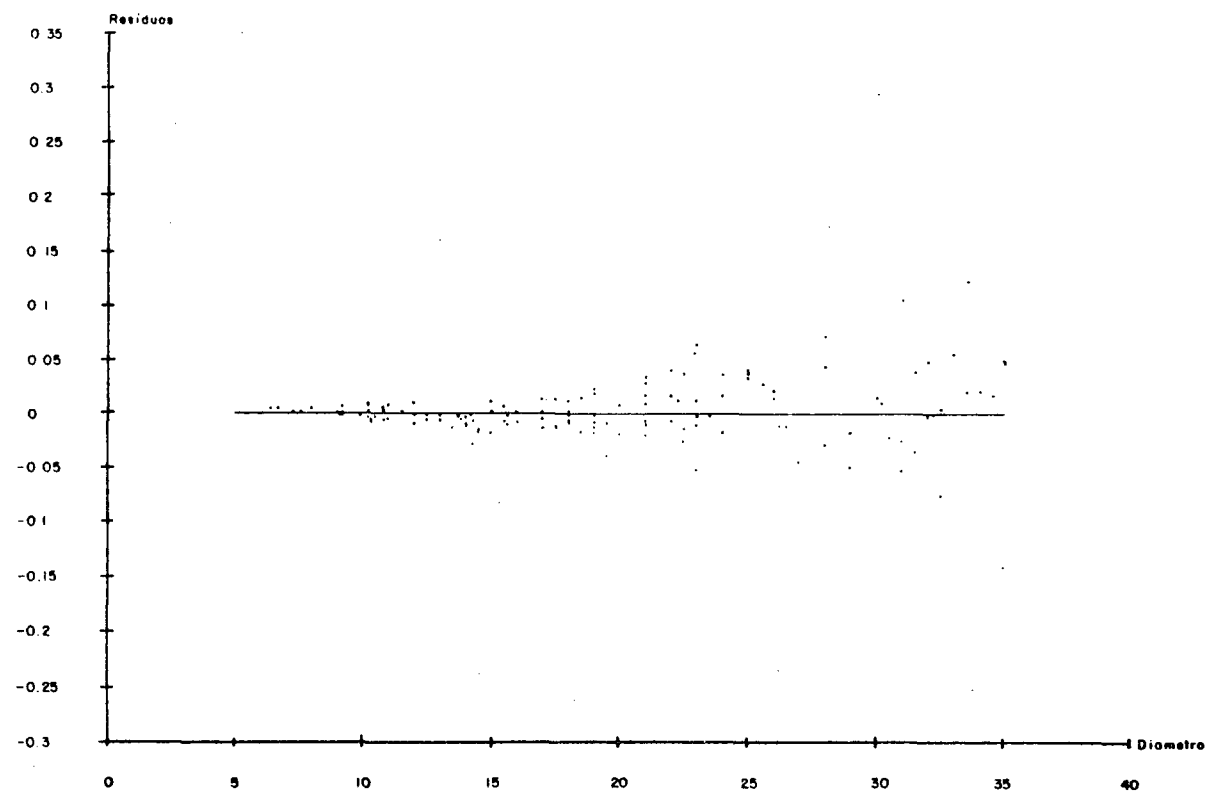


Figura 11: Distribuição dos Resíduos para a Equação de SCHUMACHER-HALL na Micro-Região 23.

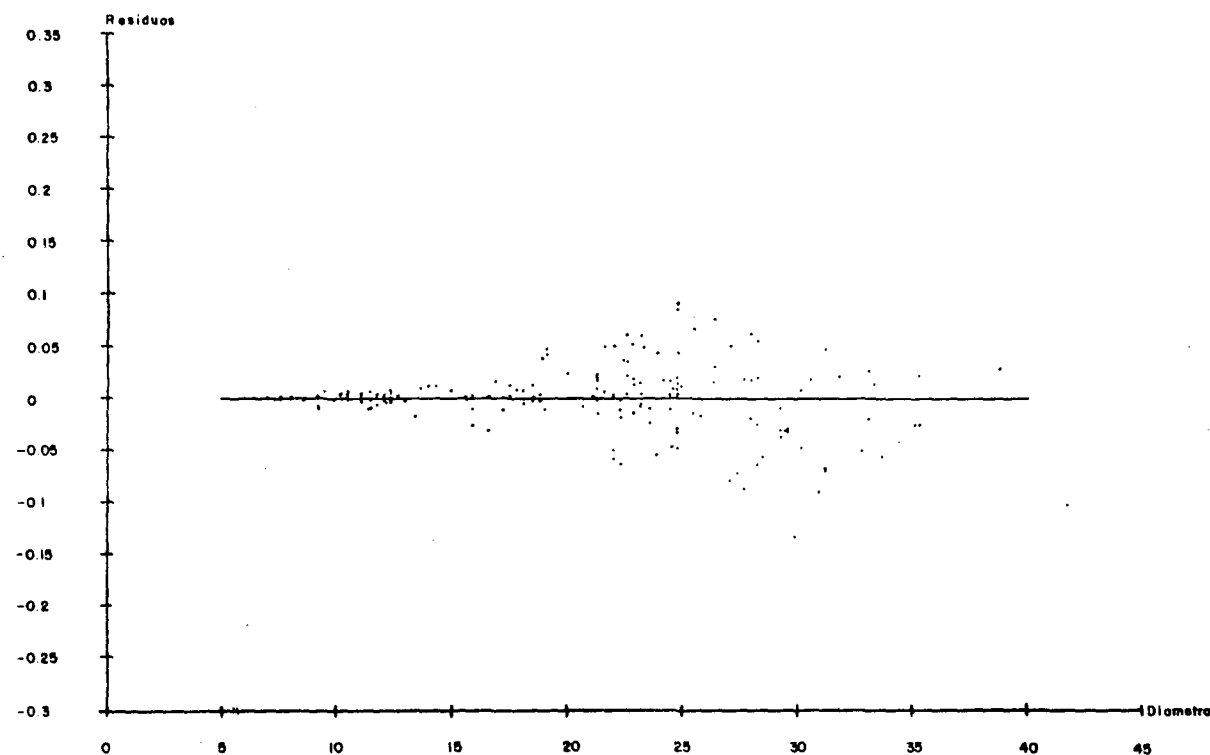


Figura 12: Distribuição dos Resíduos para a Equação de SCHUMACHER-HALL na Micro-Região 24.



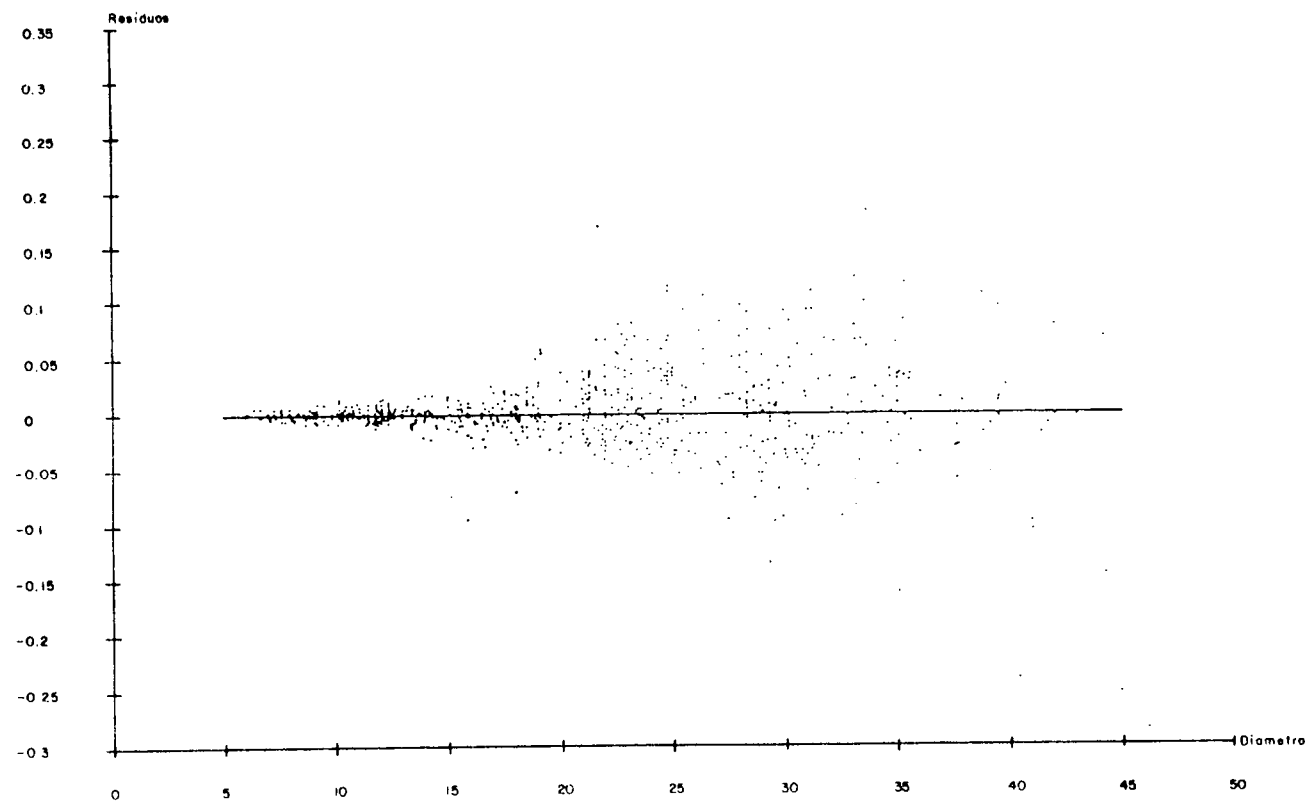


Figura 13: Distribuição dos Resíduos para a Equação de SCHUMACHER-HALL para a Equação Genérica.

ser visualmente comprovada pelas figuras 14 e 15 em que, pelo Índice de Furnival e coeficiente de determinação eleger-se-ia o modelo exponencial de Spurr ao modelo linear de Stoa-te por apresentar, o primeiro, um maior coeficiente de determinação e um menor Índice de Furnival. No entanto, a equação gerada pelo modelo exponencial de Spurr apresenta-se visivelmente tendenciosa em algumas classes diamétricas ao longo da amplitude total dos dados.

Uma comprovação analítica da tendenciosidade é demonstrada no teste de probabilidade associada dos resíduos apresentados no quadro número 17 do apêndice e que exclui o modelo exponencial de Spurr na micro-região número 23, fazendo permanecer o modelo proposto por Stoa-te.

Os demais gráficos, cujos ajustes são não tendenciosos, encontram-se no apêndice.

### 6.3. TESTE DE PROBABILIDADE ASSOCIADA DOS RESÍDUOS

Dentre as vinte e cinco equações geradas pelos modelos propostos, nas micro-regiões estudadas, bem como das equações genéricas, nove foram consideradas tendenciosas ao longo da amplitude total dos volumes reais obtidos nas diversas classes diamétricas, pelo teste de probabilidade associada dos resíduos.

Os dezesseis modelos cuja distribuição dos resíduos não se considerou tendenciosos através do teste de probabilidade associada, tanto para o volume total com casca, como para o volume total sem casca, encontram-se no quadro nº 08.

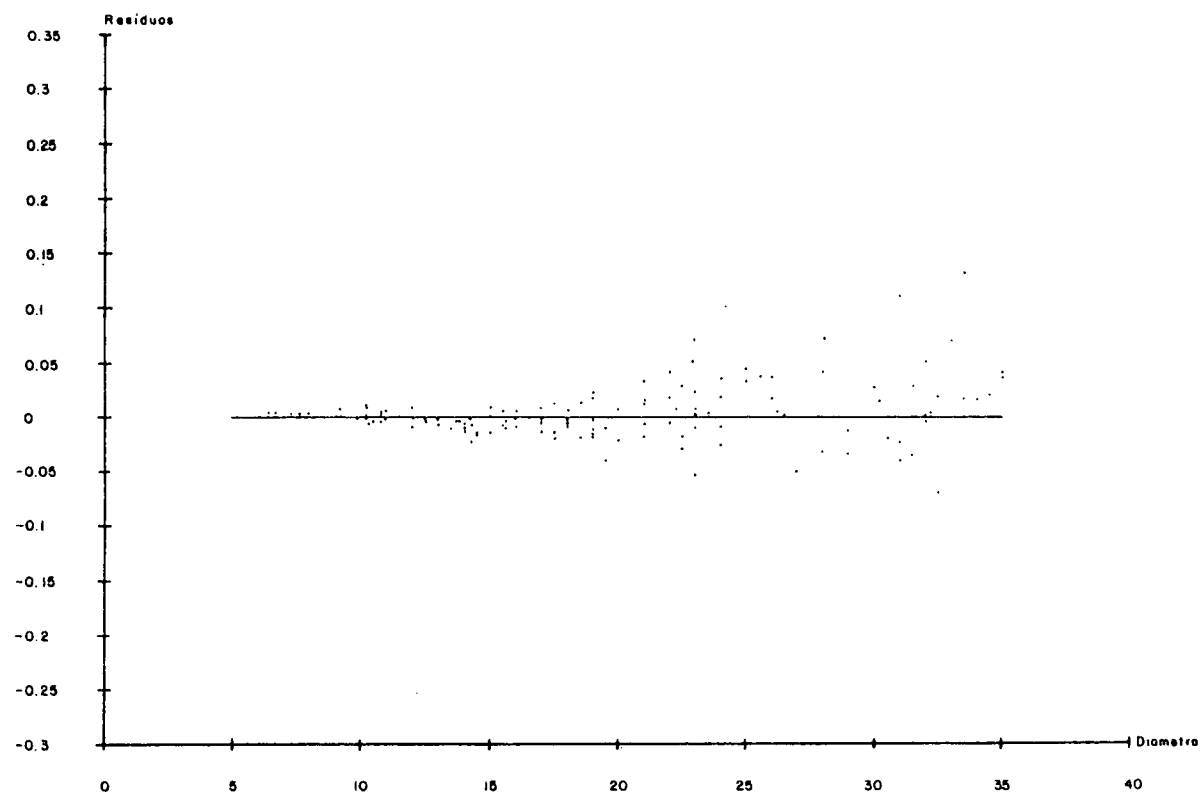


Figura 14: Distribuição dos Resíduos para a Equação exponencial de SPURR na Micro-Região 23.

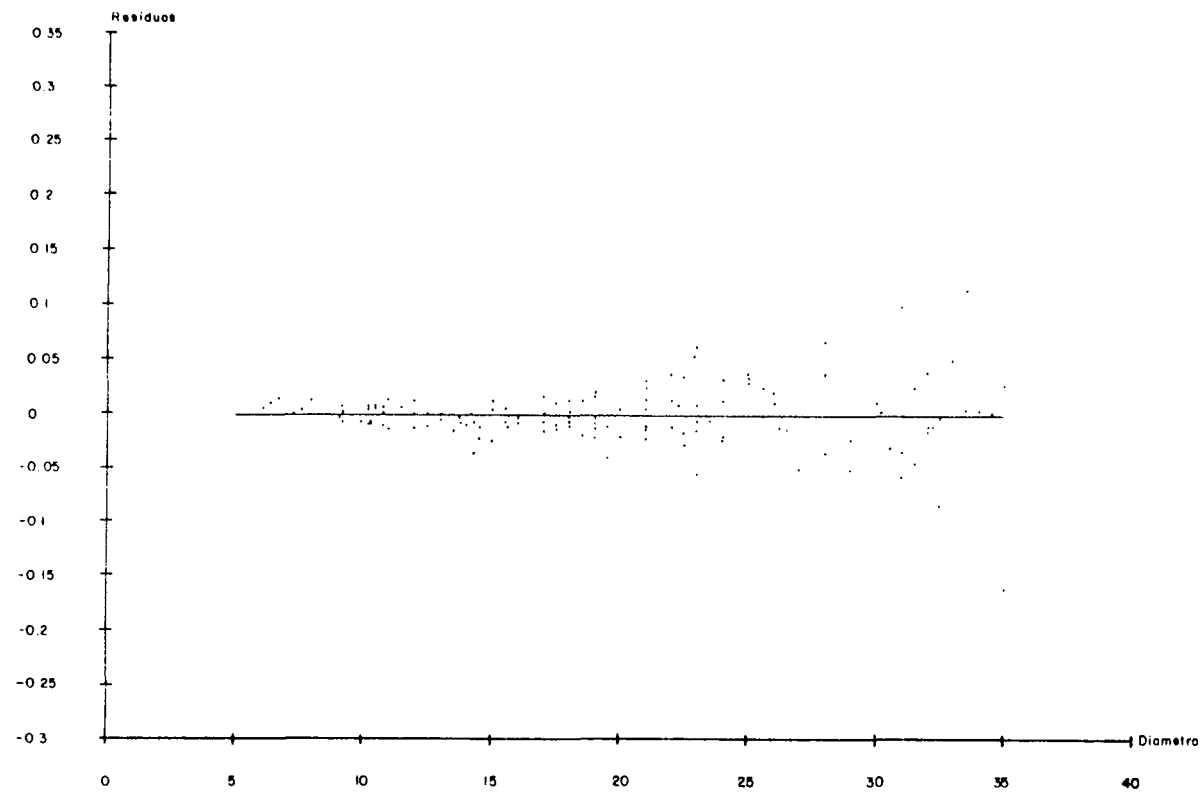


Figura 15: Distribuição dos Resíduos para a Equação de STOATE na Micro-Região 23.

Quadro 08: Modelos de regressão resultantes não tendenciosos por micro-regiões

MICRO REGIÃO	MODELO DE REGRESSÃO
06	$\alpha + \beta D^2 H$
06	$\alpha D^{\beta} H^{\gamma}$
06	$\alpha (D^2 H)^{\beta}$
06	$\alpha D^{\beta}$
07	$\alpha + \beta D^2 H$
07	$\alpha + \beta D^2 + \gamma D^2 H + \delta H$
07	$\alpha \beta^{\beta} H^{\gamma}$
07	$\alpha (D^2 H)^{\beta}$
07	$\alpha D^{\beta}$
23	$\alpha + \beta D^2 + \gamma D^2 H + \delta H$
23	$\alpha D^{\beta} H^{\gamma}$
24	$\alpha + \beta D^2 + \gamma D^2 H + \delta H$
24	$\alpha D^{\beta} H^{\gamma}$
24	$\alpha (D^2 H)^{\beta}$
GEN	$\alpha + \beta D^2 + \gamma D^2 H + \delta H$
GEN	$\alpha D^{\beta} H^{\gamma}$

A figura 14 demonstra uma distribuição visivelmente tendenciosa dos resíduos e na figura 15 os resíduos dos valores reais sobre a linha de regressão se apresentam distribuídos normalmente.

O quadro número 17, apresentado no apêndice deste trabalho, apresenta as variáveis que compõe o referido teste.

Os quadros de números 18 a 30, também apresentados no apêndice, contêm os resíduos médios por classe diamétrica ao longo de toda a amplitude dos dados obtidos. Estes resíduos médios deram origem ao teste de tendenciosidade dos resíduos através da probabilidade associada.

#### 6.4. TESTE DE AMPLITUDE MÚLTIPLA DE TUKEY

Após a obtenção das dezesseis equações de regressão não consideradas tendenciosas aplicou-se às mesmas o teste de amplitude múltipla de Tukey ao nível de probabilidade de 0,01 para equações com diferentes números de repetições. Os comparadores (W) para as diversas equações estão no quadro número 09.

O quadro número 10 apresenta os resultados do teste de Tukey, o qual testa a existência ou não de diferença estatisticamente significativa entre as equações de regressão geradas pelos dados originais.

O teste de Tukey, para uma probabilidade de 0,01, demonstrou não haver diferença estatística significativa entre as equações testadas, o que permite afirmar que qualquer das dezesseis equações que originaram este teste pode ser utilizada em qualquer micro-região estudada.

Quadro 09: Comparadores de Tukey (W) ao nível de 99% de probabilidade

	15	16	18	21
21	0,0742	0,0728	0,0705	0,0677
18	0,0767	0,0754	0,0731	0,0705
16	0,0789	0,0776	0,0754	0,0728
15	0,0801	0,0789	0,0767	0,0742

Embora qualquer dos modelos possa ser utilizado em qualquer micro-região, apresentaram-se, no quadro 11, as melhores equações de regressão para cada micro-região, bem como a melhor equação genérica.

No apêndice são apresentadas as tabelas de volume geradas pelas cinco equações de regressão das quatro micro-regiões e também a genérica.

Os gráficos apresentando a distribuição dos volumes, em função das classes diamétricas, que originaram as equações estudadas para cada micro-região e para a formação das equações genéricas são apresentadas nas figuras 26 a 30 do apêndice.

Em todas as micro-regiões, o melhor modelo escolhido considerado o gráfico dos resíduos, o índice de Furnival, o erro-padrão residual e o coeficiente de determinação, foi o proposto por Shumacher-Hall. Este modelo foi também o único que foi considerado não tendencioso em equações de regressão geradas pelos dados de micro-região isolada, bem como, em equações de regressão geradas pelo conjunto de dados que constituiu as equações genéricas.

Quadro 10: Teste de significância de Tukey para as 25 equações de regressão, entre os resíduos médios por classe diamétrica

EQUAÇÃO Nº		13	9	8	7	6	10	12	18	5	19	22	3	4	23	1	20
EQUAÇÃO Nº	RESÍDUO	MÉDIA															
		0.00334	0.00257	0.00092	0.00046	0.00020	-0.00053	-0.00309	-0.00491	-0.00911	-0.01134	-0.01191	-0.01198	-0.01239	-0.01613	-0.01628	-0.06129
20	-0.06129	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
1	-0.01628	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
23	-0.01613	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
4	-0.01239	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
3	-0.01198	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
22	-0.01191	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
19	-0.01134	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
5	-0.00911	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
18	-0.00491	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
12	-0.00309	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
10	-0.00053	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
6	0.00020	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
7	0.00046	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
8	0.00092	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
9	0.00257	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
13	0.00334	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS



Quadro 11: Equações de Regressão para *Pinus taeda*, com casca nas diversas Micro-Regiões

MICRO REGIÃO	MODELO PROPOSTO	EQUAÇÃO DE REGRESSÃO RESULTANTE	
O6	SCHUMACHER-HALL	- 4.331656599 X D <sup>1,892606242</sup>	X H <sup>1,032735076</sup>
O7	SCHUMACHER-HALL	- 4.23336814 X D <sup>2,055583451</sup>	X H <sup>0,706928947</sup>
23	SCHUMACHER-HALL	- 4.163310794 X D <sup>1,78967787</sup>	X H <sup>1,082878641</sup>
24	SCHUMACHER-HALL	- 4,282833527 X D <sup>1,84672493</sup>	X H <sup>1,079486497</sup>
GEN	SCHUMACHER-HALL	- 4,311624655 X D <sup>1,794203479</sup>	X H <sup>1,140995706</sup>

A escolha, como melhor modelo, do modelo exponencial de Schumacher-Hall, vem ratificar os resultados encontrados por VEIGA<sup>48</sup>, CAMPOS<sup>6</sup>, MACHADO<sup>30</sup> e SILVA<sup>41</sup>, que afirmam serem os modelos exponenciais mais eficientes na derivação de equações volumétricas.

## 7. CONCLUSÕES

1) Dentre os cinco modelos testados para as quatro micro-regiões estudadas o que forneceu o melhor ajuste foi a equação logarítmica cujo modelo foi proposto por SCHUMACHER-HALL, devendo, portanto, merecer especial atenção em trabalhos desta natureza.

2) Das equações genéricas derivadas do agrupamento dos dados de todas as micro-regiões duas delas se apresentaram como potenciais para serem utilizadas em qualquer região abrangida pelas micro-regiões envolvidas na pesquisa, sendo que o modelo proposto por SCHUMACHER-HALL foi superior ao modelo proposto por STOATE. A Análise de Probabilidade Associada dos Resíduos mostrou tendenciosidade na distribuição dos mesmos considerando não se distribuírem aleatoriamente ao longo da linha de regressão, ocasionando a exclusão dos três modelos restantes.

3) Através do teste de TUKEY concluiu-se não haver diferença significativa ao nível de 0,01 entre as dezesseis equações cujos ajustes são não tendenciosos, o que faculta o uso de qualquer uma destas para as diferentes localidades da área em estudo.

4) Para critério de escolha de equações, que não sejam utilizados apenas os critérios  $R^2$  e  $S_{xy}$ , mas também a análise dos resíduos.

## 8. RESUMO

A presente pesquisa versa sobre a construção de Tabelas de Volume Individual Total, com e sem casca para a espécie *Pinus taeda* Lineu, nos principais eixos de reflorestamento do Estado do Paraná. O eixo Palmas-Guarapuava abrange as micro-regiões homogêneas 23 e 24 e compreende os Municípios de Palmas, General Carneiro, Bituruna, Pinhão, Guarapuava, Inácio Martins e Laranjeiras do Sul e o eixo Telêmaco Borba-Sengês abrange as micro-regiões homogêneas 6 e 7, compreendendo os municípios de Sengês, Jaguariaíva, Arapoti, Piraí do Sul, Tibagi e Telêmaco Borba.

Foram testados cinco modelos volumétricos, para cada micro-região estudada, bem como para a massa de dados agrupados, gerando vinte e cinco equações volumétricas, sendo que a derivação das equações resultantes foi feita pelo método dos mínimos quadrados.

Entre as equações testadas aquela que forneceu, em todas as ocasiões, os melhores resultados foi a gerada pelo modelo volumétrico exponencial proposto por SCHUMACHER-HALL,  $V = \alpha D^{\beta} \cdot H^{\alpha}$ , sendo que o Erro-Padrão Residual, o Índice de Furnival e o Gráfico dos Resíduos foram os principais responsáveis pela eleição da melhor equação, seguidos pelo Coeficiente de Determinação e o F calculado.

Após desenvolvidas todas as equações de volume, realizou-se o teste de distribuição dos resíduos ao longo da linha de regressão através do Teste de Probabilidade Asso-

ciada. Este teste demonstrou que em nove das equações testadas houve tendenciosidade na distribuição desses resíduos, sendo portanto, sumariamente excluídas. Realizou-se também, o Teste de Amplitude Múltipla de Tukey para diferentes números de repetições para as dezesseis equações remanescentes e constatou-se não haver diferença significativa, estatisticamente, entre as equações geradas ao nível de probabilidade de 0,01, o que torna válido o uso de qualquer equação dentro da área coberta por esta pesquisa.

Apresentou-se neste trabalho as cinco melhores equações volumétricas testadas para *Pinus taeda*, com casca, bem como as Tabelas de Volume Total com casca, geradas pelas mesmas.

## 9. SUMMARY

The present research is related to the elaboration of total individual volume tables, with and without bark for *Pinus taeda* Lineu in the main reforestation regions of the state of Paraná. The Palmas-Guarapuava axis covers the homogeneous micro regions 23 and 24 including the following counties: Palmas, General Carneiro, Bituruna, Pinhão, Guarapuava, Inácio Martins and Laranjeiras do Sul. The Telêmaco Borba-Sengês axis covers the homogeneous micro regions 6 and 7 containing the following counties: Sengês, Jaguaraiaíva, Arapoti, Piraí do Sul, Tibagi and Telêmaco Borba.

Five volumetric models were tested, for each studied micro region, as well as for the grouped data, resulting 25 volume equations, which were developed by using the least squares method.

Between the tested equations the one which gave the best results in all occasions was generated by the exponential model from SCHUMACHER-HALL,  $V = \alpha D^{\beta} \cdot H^{\alpha}$ ; the residual standard error and Plotting of the residuals were responsible for the election of the best Equation, followed by the coefficient of determination and F - value (calculated).

After all volume equations were calculated, a residual distribution test was applied in the regression line by using the associated probability test; which showed that in nine of the tested equation a tendency occurred in the residual distribution, then being eliminated.

The Tukey multiple amplitude test was also applied for the different numbers of repetitions for the sixteen remaining equations. No significant differences were detected between the tested equations at 99% probability. This turn out to be valid the use of any equation within the limits of this research.

The best 5 volume equation tested for *Pinus taeda* were presented. Also were presented the total volume tables basing on these best equations.

# LITERATURA CITADA

1. ANUCHIN, N.P. Forest mensuration. Jerusalem, Israel Program for Scientific Translation, 1970. 494 p.
2. AVERY, T.E. Natural resources measurements. 2 ed. - New York. McGraw-Hill, 1975. 339 p.
3. BEERS, T.W. & GINGRICH, S.F. Construction of cubic-foot volume table for Red Oak in Pennsylvania. Jour. For., 56 (3):210-14, 1958.
4. BRUCE, D. & SCHUMACHER, F.X. Forest mensuration. New York, McGraw-Hill, 1950. 483 p.
5. CAMPOS, J.C.C. Dendrometria - Parte I. Viçosa, U.F.V. Imprensa Universitária, 1975. 64 p.
6. —. Estudo sobre o índice de sitio, tabelas de volume e produção para *Pinus elliottii* Engelm no Estado de São Paulo. Brasil. Turrialba, I.I.C.A. - 1970 (Tese de mestrado).
7. —. Tabela de volume total e comercial para *Pinus elliottii* Engelm. Rev. Ceres, Viçosa, 21(116):252-67, 1974.
8. CHAPMANN, H.H. & MEYER, W.H. Forest mensuration, New York, McGraw-Hill, 1949. 522 p.
9. CUNIA, T. Dummy variables and some of uses in regression analysis. In: IUFRO, Subject group. s4-02, Nanct. 1973. Proceedings. Syracuse, College of Environmental Science and Forestry. 1973.1:1-146.
10. DRAPER, N.R. & SMITH, A. Applied regression analysis. New York, John Wiley & Sons, 1966. 407 p.
11. DILLEWIJN, F.I. Von. Curso de dendrometria. Curitiba, Escola de Florestas. U.F.Pr., 1968. 87 p.
12. DRESS, P.E. Statistical and mathematic application in the construction and adjustment of standart cubic-foot volume tables. Scholl of Forestry, Pennsylvania Sta. Univ., 1959. 69 p. (Tese de Mestrado).
13. DUFF, G. Tree volume table. Wellington, New Zeland, Report of Forest Research Institute, 1967. 88 p.
14. FRAYER, W.E. Weighted regression. In: Proceedings. Regression methods in forest research, Fort Collins, Colorado State University, College of Forest and



Natural Resources. Department of Forestry and Wood Science, 1971. p. 61-79.

15. FREESE, F. Elementary Statistical methods for Foresters. Washington Forest Service, 1967. 87 p.
16. —. Linear regression methods for forest research. U.S. For. Serv. Res. Paper FLP - 17. 1964. 137 p.
17. —. Testing accuracy. For. Sci., 6(2):139-45. 1960.
18. FURNIVAL, G.M. An index for comparing equations used in constructing volume tables. For. Science. 7(4): 337-41, 1961.
19. GEVORKIANTZ, S.R. & OLSEN, L.P. Composite volume table for timber and their application in the Lake State. Washington, D.C., U.S.D.A., 1965. 51 p. (Technical Bull., 1104).
20. GOLDING, D.L. & HALL, O.F. A Test of precision of cubic-foot tree volume equation on Aspen, Jack Pine and White Spruce. For. Chron., 37(2):123-32. - 1961.
21. GOLFARI, L. Coníferas aptas para o reflorestamento nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Boletim Técnico - I.B.D.F.
22. GOMES, A.M. de A. Medição dos arvoredos. Lisboa, Livraria Sá da Costa. 1959. 413 p.
23. HIGUCHI, N. Tabelas de volume para povoamentos nativos de Canafístula (leguminosae), Cedro (Meliaceae), Pau-Marfim, (Rutaceae) e Canelas (Lauraceae) no Extremo-Oeste Paranaense. Curitiba. Setor de Ciências Agrárias. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 1978. 76 p. (Tese Mestrado).
24. HONER, T.C.A. New cubic-foot volume function. For. Chron., 4 (4): 476-93. 1965.
25. HUSCH, B. Forest mensuration and statistics. New York, Ronald Press, 1963. 473 p.
26. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Divisão territorial do Brasil. 9 ed. Rio de Janeiro, 1980. 459 p.
27. KOZAK, A. Notes on Regression and Correlation Analysis as Important Tools in Forest Research. In: CONGRESSO MUNDIAL DA IUFRO, 16, Oslo, Norway, 1976. (Fotocopiado).
28. LOETSCH, F. ZÖHRER, F. & HALLER, H.E. Forest Inventory unchen, BLV Verlagsgesellschaft, 1973. 2 v.

29. MAACK, R. Geografia física do Estado do Paraná. Curitiba, CODEPAR, 1968. 350 p.
30. MACHADO, S.A. Tabela de volume para *Pinus taeda* na Região de Telêmaco Borba - PR, Rev. Floresta. Vol. X(1):29-35.
31. MACKAY, E. Dasometria. Madrid, Escuela Técnica de Ingeniero de Montes, 1964. 759 p.
32. MEYER, H.A. A correction for a systematic error occurring in the application of logarithmic volume equation. Pennsylvania Forest School Research Paper - 7, 1971. 3 p.
33. —. Forest Mensuration. Pennsylvania. Penns Valley Publishers, 1953. 357 p.
34. MIROV, N.T. The Genus Pinus. New York, Ronald Press, 1967. 602 p.
35. MOSER, J.W. & BEERS, T.W. Parameter estimation in non linear volume equation. Journal For., 07(12):878-79. 1969.
36. PAULA NETO, F. de. Construction of standart volume table for Eucalyptus saligna in the Iron Region of Brasil. Lafayette, Purdue University. 1975. 101 p. (Tese Ph.D.).
37. —. Tabela volumétrica com e sem casca para *Eucalyptus saligna*. Viçosa. Rev. Árvore. SIF, 1(1):31-53, 1977.
38. PAULA NETO, F. de.; RIBEIRO, J.C. & VALENTE, O.F. Tabela de volume para *Eucalyptus grandis*. Viçosa, Rev. Ceres, 22(121):212-22, 1975.
39. SILVA, J.A. da. Biometria e estatística florestal. Santa Maria, Centro de Ciencias Rurais, 1975. 235p.
40. —. Seleção de parcelas amostrais aplicadas em povoamento de *Pinus taeda* L. para fins biométricos. Santa Maria, Universidade Federal. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Rural. 1974. 69 p. (Tese de Mestrado).
41. SILVA, J.A.A. Análise de equações volumétricas para Construção de tabelas de volume comercial para *Eucalyptus spp*, segundo a espécie, região e método de regeneração. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 1977. 98 p. (Tese de Mestrado).
42. SMITH, J.H.G., KER, J.W. & CSMAZIA, Z. Economics of Reforestation of Douglas Fir, Western Hemlock and Western Red Cedar in the Vancouver Forest District. Vancouver, B.C. 1961. (For. Bull., 3).

43. SPURR, S.H. Forest Inventory. New York, Ronald Press, 1952, 476 p.
44. SIQUEIRA, J.D.P. Tabelas de volume para povoamentos nativos de *Araucaria angustifolia* (Bert) O, Ktze, no Sul do Brasil. Curitiba, Setor de Ciências Agrárias. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 1977. 163 p. (Tese de Mestrado).
45. STELL, R.G.D. & TORRIE, J.M. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw-Hill, 1960. 481 p.
46. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - Centro de Pesquisas Florestais. Estudo das alternativas técnicas, sociais e Econômicas do setor florestal do Paraná, subprograma "Matéria-Prima". Curitiba, 1974. 339p. Convênio SUDESUL/GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ/IBDF.
47. —. Inventário Florestal dos Postos Indígenas dos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Curitiba, 1973. In: Convênio FUNAI/SUDESUL/UFPR. Setor de Ciências Agrárias.
48. VEIGA, R.A.A. Comparação de equações de volume para *Eucalyptus saligna*, Smith. Equações logarítmicas formais e não formais. Floresta 4(3):3-14. 1973.

APÉNDICE

Quadro 12: Número de árvores cubadas por classe diamétrica e de alturas para micro-região 06.

DAP C/C	ALTURA (m)																				SOMAT.
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
6				1	1																2
8	3			1	2	3		2													11
10			1	5	3		1														10
12				3	6	1	1	4	2	2	1	1									21
14					2		2			1											5
16							3	2	3	2											10
18					1	1	2	6	4	1			1								16
20							2	3	1	5											11
22						1	2	4	3	6	5	3	1		1	1					27
24								2	5	2	2	1	3		1		2				18
26									3	1	2	1	1	1	3	2	1				15
28										4	2	3	1		3	2	1	1			17
30									1	4	5	3	2	1	1	1		1	3	1	23
32									1	1	1	2	1	1	2			1			10
34									1			1	1	1	4	3	3		1		15
36										1			1	1	1	4		4			12
38												1		2	1	1		1		1	7
40												1		1		1	3	2			8
42																1	3	1			5
44														1		2	2		1		6
46																		1			1
SOMAT.	3	0	1	10	15	6	13	23	24	30	18	17	12	9	17	18	15	12	5	2	250

Quadro 13: Número de árvores cubadas por classe diamétrica e de alturas para a micro-região 07

DAP C/C	ALTURA (m)												SOMAT
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
6		2											2
8	3	5	6	4									18
10		4	11	1	1	2	1						20
12			5	4	4	2							15
14			2	4	3	8	2	1					20
16				6	2	4	1	2	1				16
18				2		5	2	1					10
20						2	1						3
22						3	1	4		1			9
24			1			3	3	2	3	1	1		14
26								1	1				2
28							1				5	2	8
30								1	3	3	1	2	10
32													0
34										1	1		2
36										1			1
SOMAT	3	11	25	21	10	29	12	12	8	7	8	4	150

Quadro 14: Número de árvores cubadas por classe diamétrica e de alturas para a micro-região 23.

DAP C/C	ALTURA (m)																	SOMAT.
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
6	1	2																3
8	1		1	1														3
10	1	1	2	8	5	2												19
12		1	2	2	1	1	1											8
14				5	4	2		1	1									13
16					3	7		2										12
18			1	3	5	5	6											20
20					1	2	3	3	2									11
22							1	5	5	8	1							20
24							1		2	2	1	3	4					13
26										1	2	2		1	5			11
28											1	3						4
30														3		2		5
32												1		3	5	1	1	11
34															2	2	1	5
36													1	1	1			3
SOMAT.	3	4	6	19	19	19	12	11	10	11	5	9	5	8	13	5	2	161

QUADRO 15: Número de árvores cubadas por classe diamétrica e de alturas para a micro-região 24

DAP C/C	ALTURA (m)																SOMAT.
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
6			1														1
8	1	1	4	3	6												15
10					6	5		1									12
12				4	7	11	4										26
14					2	2	2		1								7
16							6		2	1		1					10
18						1		4			1	6	3				15
20								4				1					5
22								2		2	5	1	13	4	2		29
24								1		1		4	12	6	2	1	27
26													2	5			7
28											1	3	1	5	3	1	14
30										1		3	3	3	1		11
32										1		1	2	1			5
34													4				4
36												1	1	1			3
38													1				1
40																	0
42													1				1
SOMAT.	1	1	5	7	21	19	12	12	3	6	7	21	43	25	8	2	193



QUADRO 16: Número de árvores por classe de diâmetro e altura para as micro-regiões agrupadas

DAP C/C	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	SOMAT.
6		2	1	3	1	1																8
8	3	9	8	8	6	9	3		2													47
10		4	12	3	8	19	11	3	1													61
12			5	5	13	17	13	6	5	2	2	1	1									70
14			2	4	3	17	8	7		2	2											45
16				6	2	4	4	18	3	7	3		1									48
18				2	1	9	9	8	16	4	1	1	6	4								61
20						2	2	4	10	4	7		1									30
22						3	2	6	7	9	13	18	5	14	4	3	1					85
24			1			3	3	2	7	6	6	4	6	18	10	3	1	2				72
26								1	1	3	1	3	3	5	6	4	7	1				35
28							1				9	5	7	5	5	6	3	1	1			43
30								1	3	4	6	7	6	5	4	5	1	2	1	3	1	49
32										1	2	1	3	4	2	5	5	1	2			26
34										2	1		1	5	1	4	5	5	1	1		26
36										1	1		1	2	3	2	5		4			19
38													1	1	2	1	1		1		1	8
40													1		1		1	3	2			8
42														1			1	3	1			6
44															1		2	2		1		6
46																			1			1
SOMAT.	3	15	29	31	33	84	56	56	55	45	54	40	43	64	39	33	33	20	14	5	2	754

QUADRO 17: Distribuição dos resíduos positivos e negativos por classe diamétrica ao longo da linha de regressão e variáveis usadas para o teste de probabilidade associada

EQUAÇÃO CENTRO N° DE CLASSE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
6	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
8	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+
10	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+
12	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+
14	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+
22	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
24	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
26	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
28	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
30	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
34	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+
36	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+						-	+	-	-	-	+	+	+	+	-
38	+	+	+	+	+											+	+	+	-	-	-	+	+	-	-
40	-	-	-	-	-																-	-	-	-	-
42	+	+	+	+	+												-	-	-	-	-	+	+	-	-
44	-	-	-	-	-																-	-	-	-	-
46	-	-	-	-	-																-	-	-	-	-
N1	8	10	12	13	12	7	7	8	8	7	5	6	10	11	11	6	8	9	8	6	8	11	13	13	12
N2	13	11	9	8	9	9	9	8	8	9	10	9	8	4	4	12	10	9	10	12	13	10	8	8	9
AL	7	6	10	10	10	8	8	8	8	8	3	5	5	3	3	5	6	10	8	9	8	10	12	8	6
P.A.	0.052	0.012	0.362	0.421	0.362	0.427	0.427	0.405	0.405	0.427	0.005	0.063	0.095	0.011	0.011	0.028	0.048	0.601	0.251	0.605	0.004	0.335	0.772	0.018	0.014
RESULT.	NT	T	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	T	NT	NT	T	T	T	T	NT	NT	NT	T	NT	NT	T	T

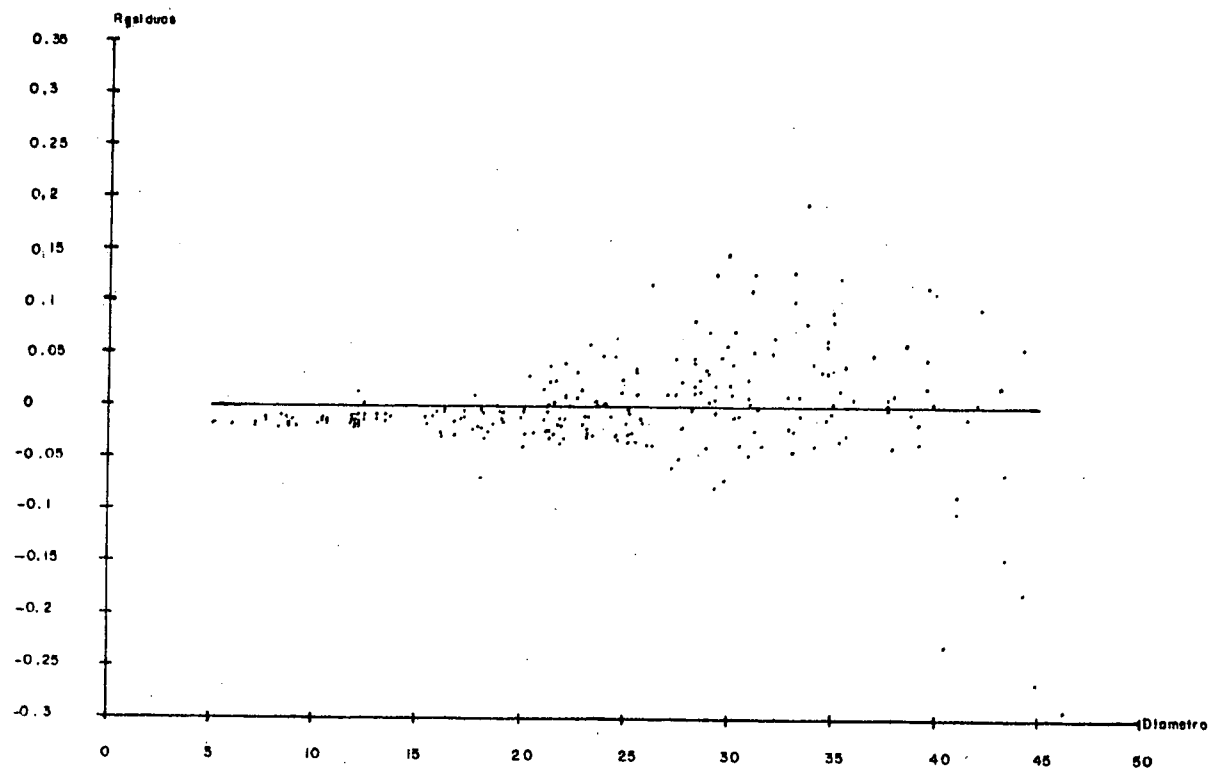


Figura 16: Distribuição dos Resíduos para a Equação Variável Combinada na Micro-Região 06.

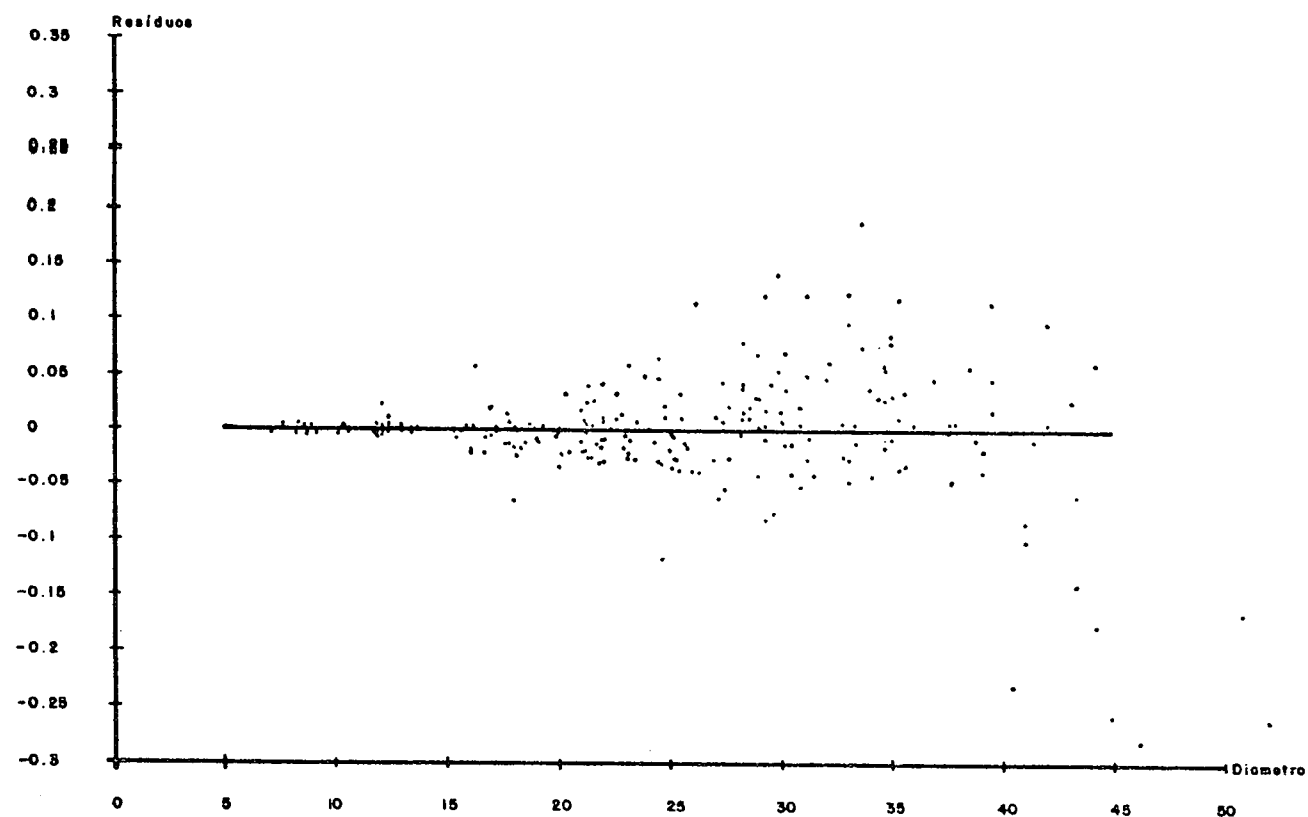


Figura 17: Distribuição dos Resíduos para a Equação Exponencial de SPURR na Micro-Região 06.

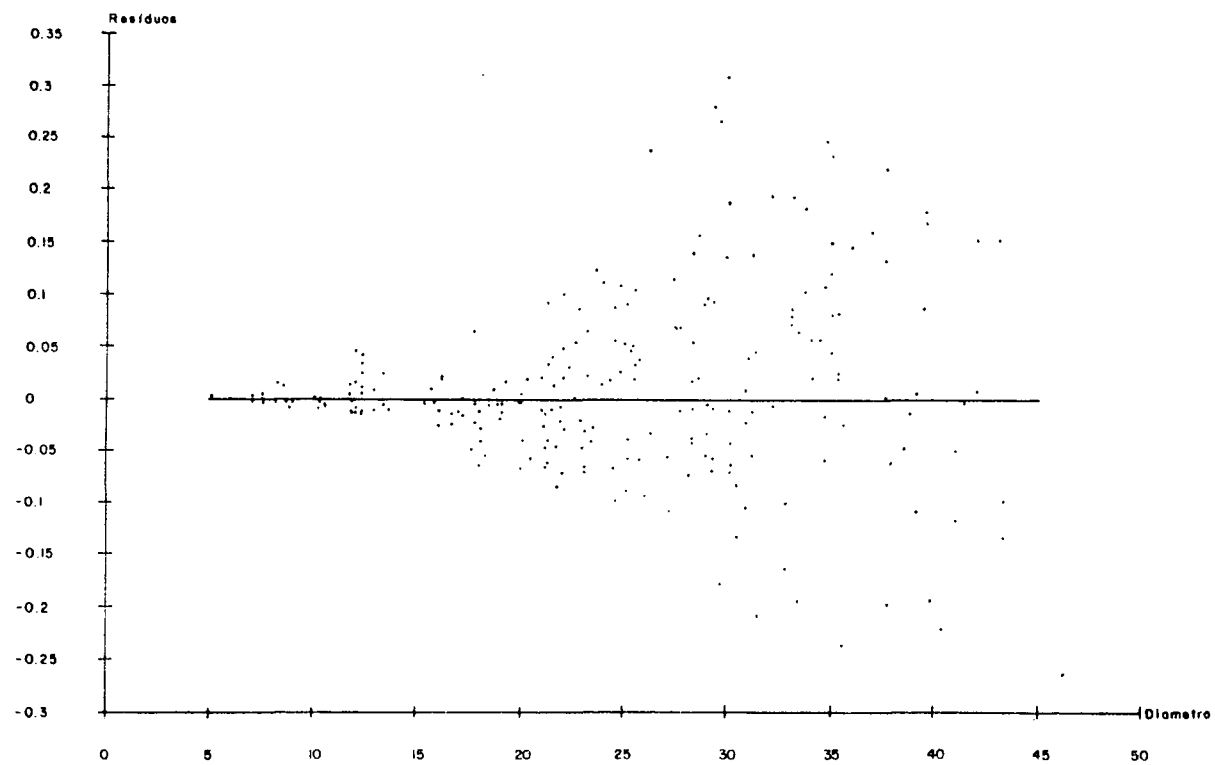


Figura 18: Distribuição dos Resíduos para a Equação de HUSCH na Micro-Região 06.

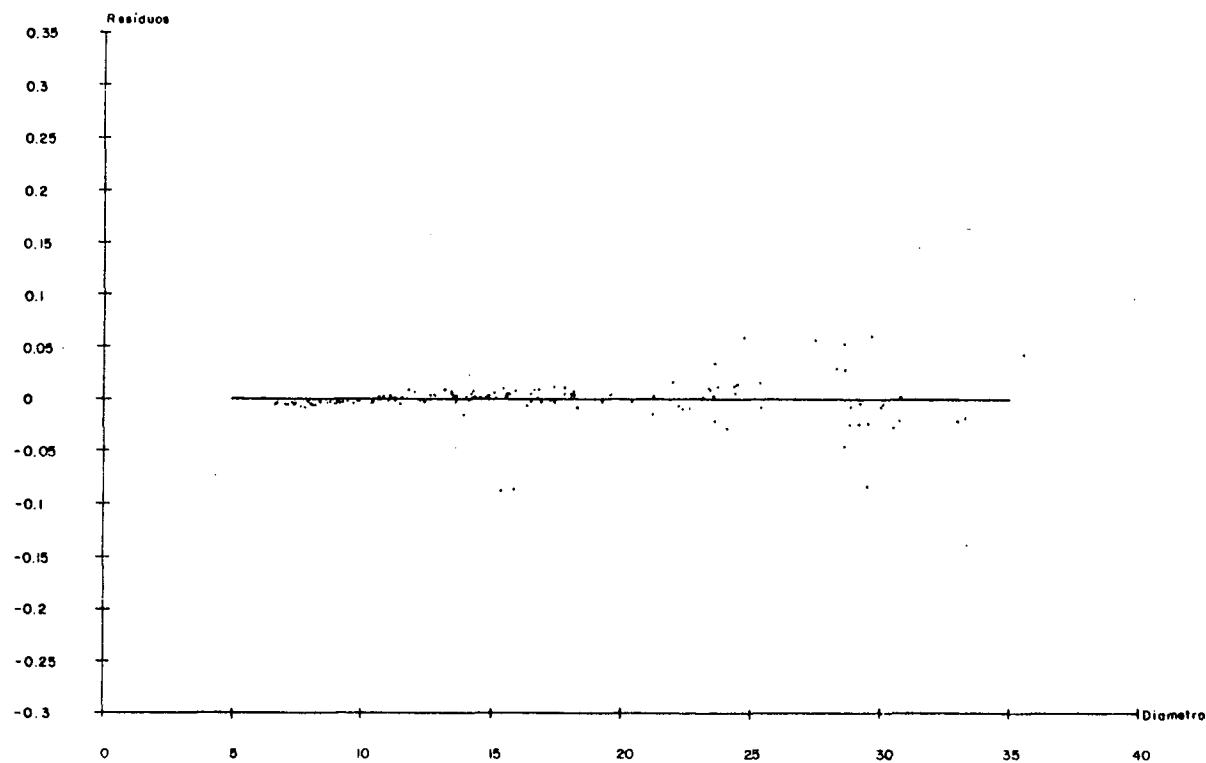


Figura 19: Distribuição dos Resíduos para a Equação Variável Combinada na Micro-Região 07.

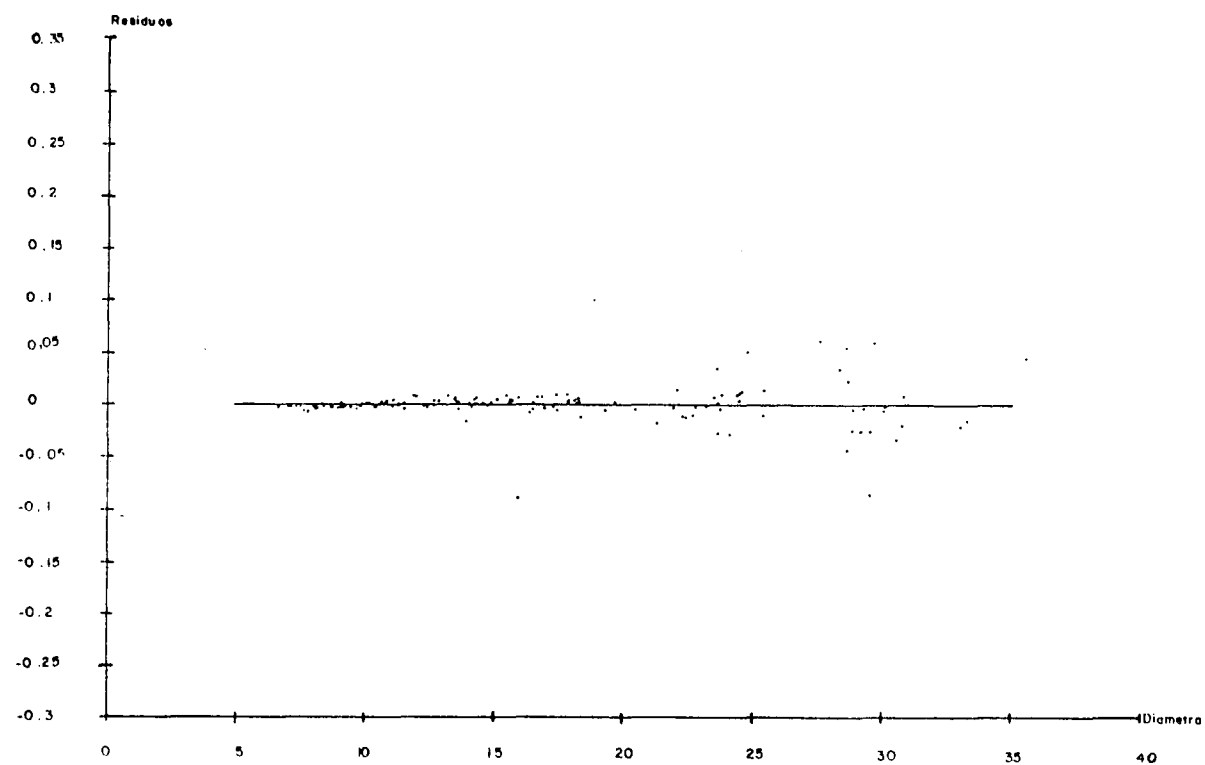


Figura 20: Distribuição dos Resíduos para a Equação de STOATE na Micro-Região 07.

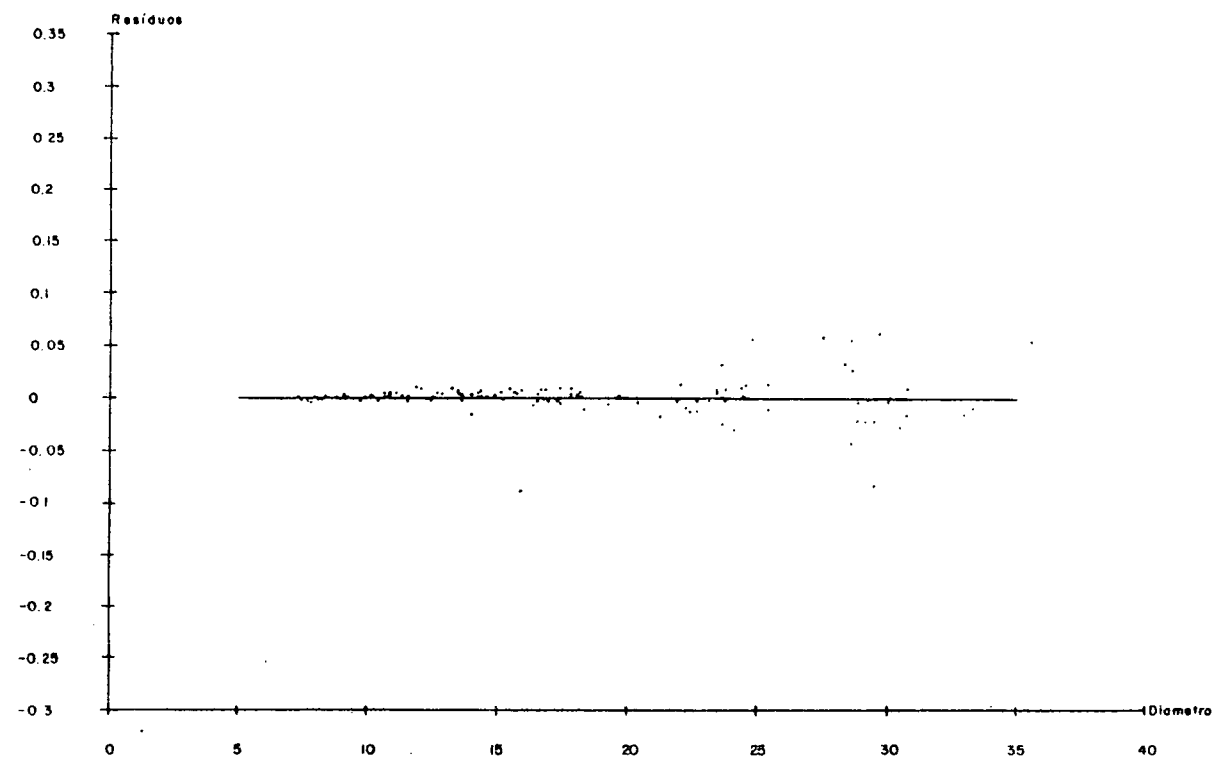


Figura 21: Distribuição dos Resíduos para a Equação Exponencial de SPURR na Micro-Região 07.



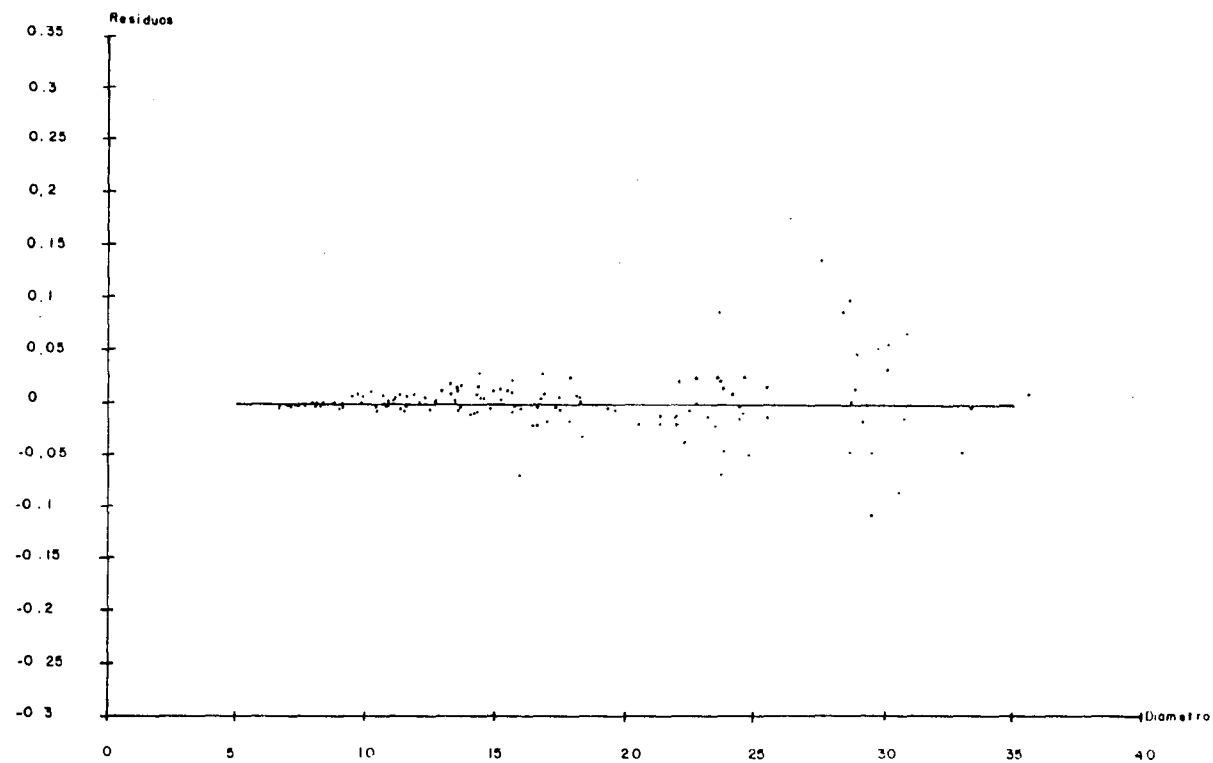


Figura 22: Distribuição dos Resíduos para a Equação de HUSCH na Micro-Região 07.

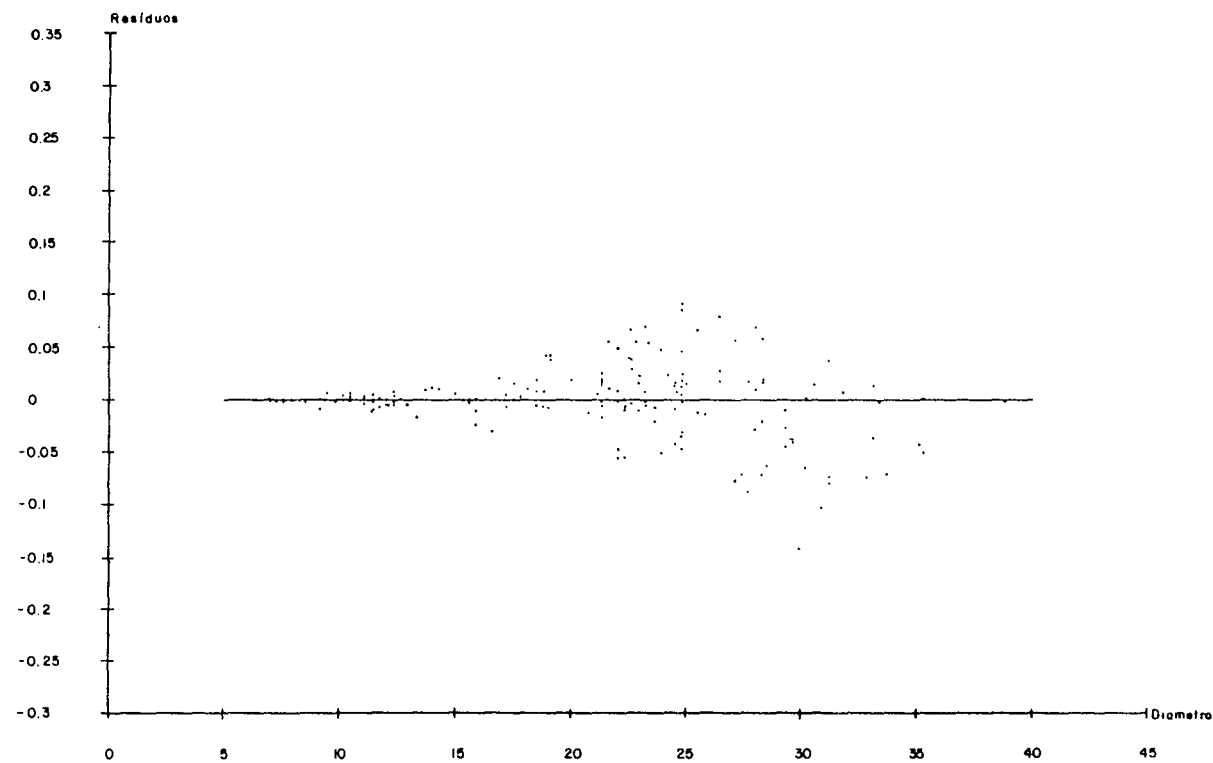


Figura 23: Distribuição dos Resíduos para a Equação Exponencial de SPURR na Micro-Região 24

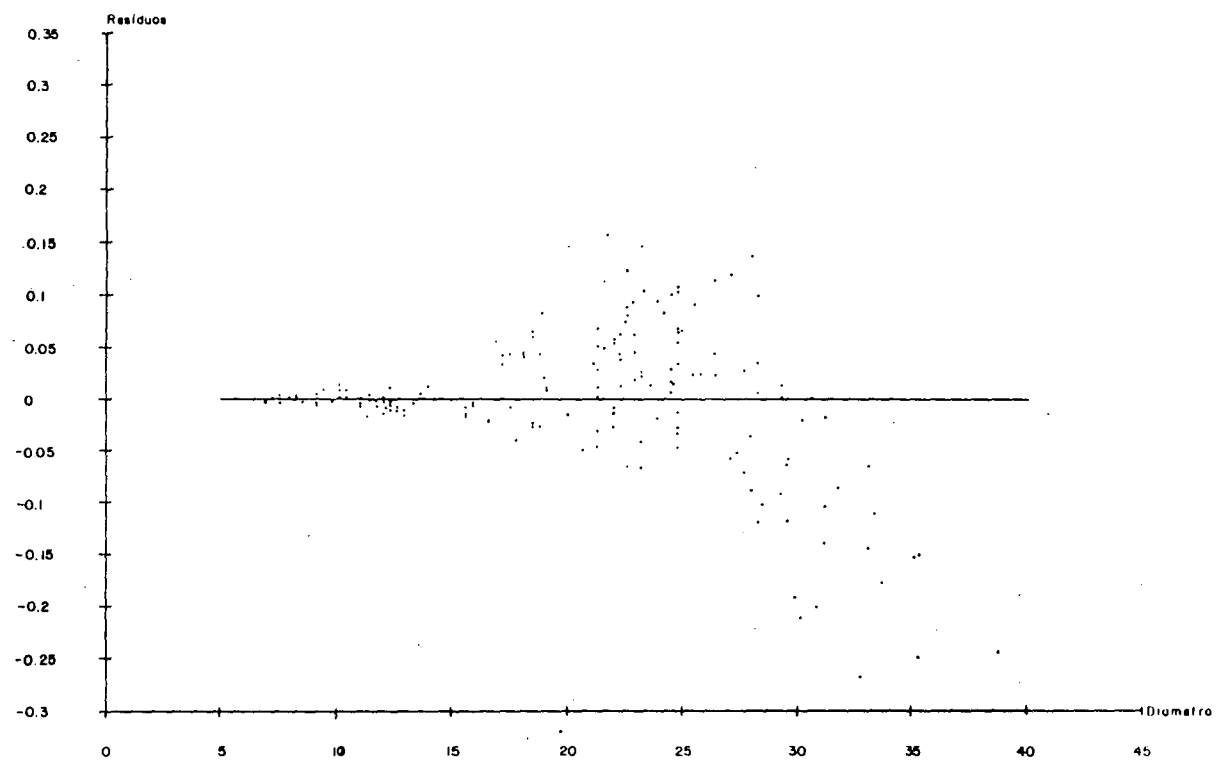


Figura 24: Distribuição dos Resíduos para a Equação de HUSCH na Micro-Região 24.

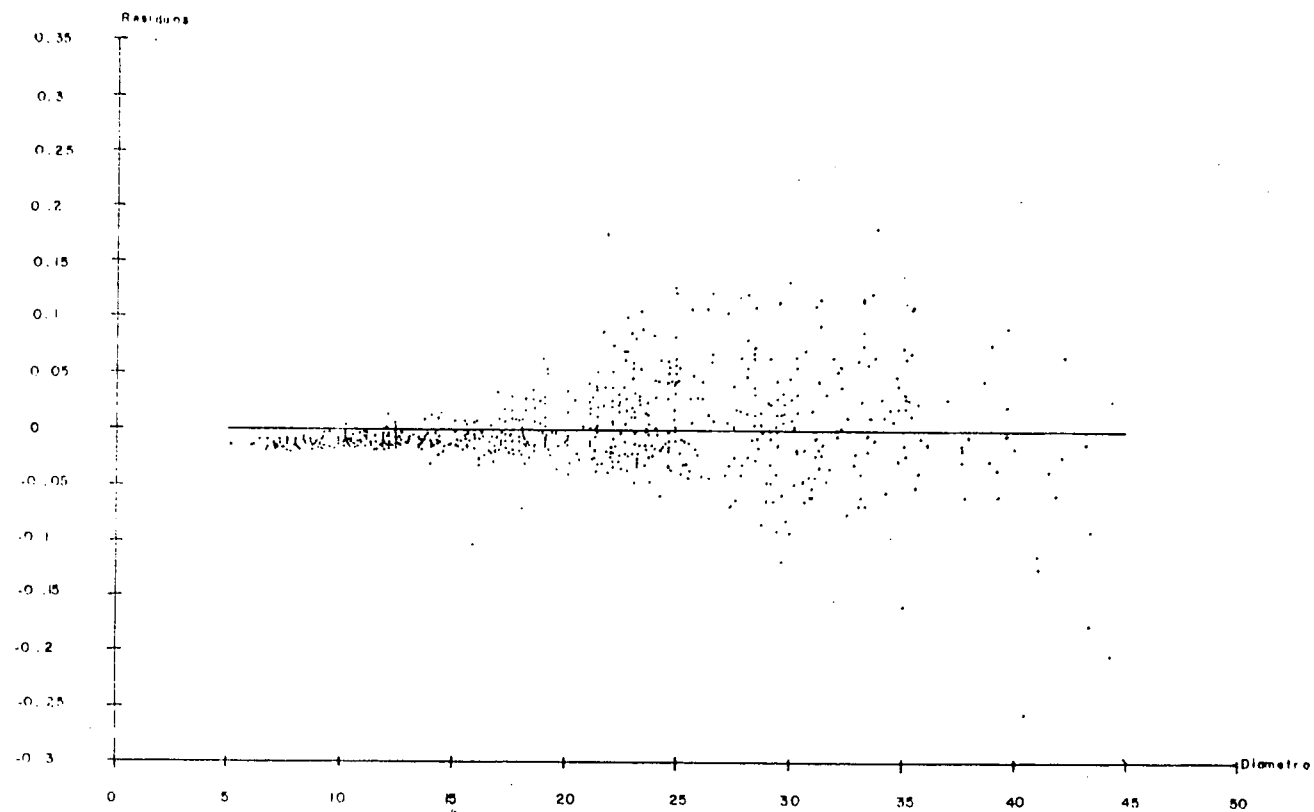


Figura 25: Distribuição dos Resíduos para a Equação Genérica de STOATE para as Micro-Regiões Agrupadas

Quadro 18: Distribuição dos Resíduos por classe diamétrica para as equações de variável combinada e de STOATE na Micro-Região 06.

REGIÃO: MICRO REGIÃO Nº 06  
NOME DA VARIÁVEL (X)=D<sup>2</sup>\*H  
NOME DA VARIÁVEL (Y)=VOLUME C/C

ESPÉCIE: PINUS TAEDA - EQ. VAR. COMBINADA

QUADRO :DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM CLASSE

CLASSES	CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED. RES.
5.01 - 7.00	6.01	2	-0.016653
7.01 - 9.00	8.01	11	-0.014730
9.01 - 11.00	10.01	10	-0.014350
11.01 - 13.00	12.01	23	-0.009980
13.01 - 15.00	14.01	3	-0.010367
15.01 - 17.00	16.01	11	-0.013923
17.01 - 19.00	18.01	16	-0.014140
19.01 - 21.00	20.01	12	-0.007365
21.01 - 23.00	22.01	26	-0.000921
23.01 - 25.00	24.01	18	0.004823
25.01 - 27.00	26.01	14	-0.000915
27.01 - 29.00	28.01	21	0.016637
29.01 - 31.00	30.01	20	0.017872
31.01 - 33.00	32.01	9	0.026467
33.01 - 35.00	34.01	20	0.042610
35.01 - 37.00	36.01	7	0.026244
37.01 - 39.00	38.01	7	0.003325
39.01 - 41.00	40.01	10	0.023027
41.01 - 43.00	42.01	3	0.029041
43.01 - 45.00	44.01	6	0.095186
45.01 - 47.00	46.01	1	0.290130
TOTAL		250	

REGIÃO: MICRO REGIÃO Nº 06  
NOME DA VARIÁVEL (X)=(D<sup>2</sup>) (D<sup>2</sup>\*H) (H)  
NOME DA VARIÁVEL (Y)=VOLUME COM CASCA

ESPÉCIE: PINUS TAEDA- EQ DE STOATE

QUADRO :DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM CLASSE

CLASSES	CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED. RES
5.01 - 7.00	6.01	2	0.010543
7.01 - 9.00	8.01	11	0.011869
9.01 - 11.00	10.01	10	0.011209
11.01 - 13.00	12.01	23	-0.001432
13.01 - 15.00	14.01	3	-0.005431
15.01 - 17.00	16.01	11	-0.014827
17.01 - 19.00	18.01	16	-0.013189
19.01 - 21.00	20.01	12	-0.011087
21.01 - 23.00	22.01	26	-0.008689
23.01 - 25.00	24.01	18	-0.008746
25.01 - 27.00	26.01	14	-0.016741
27.01 - 29.00	28.01	21	0.004331
29.01 - 31.00	30.01	20	0.006993
31.01 - 33.00	32.01	9	0.022716
33.01 - 35.00	34.01	20	0.037393
35.01 - 37.00	36.01	7	0.027399
37.01 - 39.00	38.01	7	0.012782
39.01 - 41.00	40.01	10	-0.008612
41.01 - 43.00	42.01	3	0.052803
43.01 - 45.00	44.01	6	-0.065500
45.01 - 47.00	46.01	1	-0.243678
TOTAL		250	

Quadro 19: Distribuição dos Resíduos por classe diamétrica para as equações de SCHUMACHER-HALL e Exponencial de SPURR na Micro-Região 06.

REGIÃO : MICRO REGIÃO Nº 06

ESPÉCIE : PINUS TAEDA - EQ. DE SCHUMACHER

NOME DA VARIÁVEL (X) =  $(D \cdot B^2) \cdot (H^2 \cdot B^2)$

NOME DA VARIÁVEL (Y) = LOG DO VOLUME C/C

QUADRO : DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM CLASSE

CLASSES	CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED. RES.
5.01 - 7.00	6.01	2	0.000288
7.01 - 9.00	8.01	11	0.000783
9.01 - 11.00	10.01	10	-0.000033
11.01 - 13.00	12.01	23	0.001418
13.01 - 15.00	14.01	3	-0.000358
15.01 - 17.00	16.01	11	-0.006633
17.01 - 19.00	18.01	16	-0.007750
19.01 - 21.00	20.01	12	-0.003176
21.01 - 23.00	22.01	26	0.000923
23.01 - 25.00	24.01	18	0.003261
25.01 - 27.00	26.01	14	-0.004535
27.01 - 29.00	28.01	21	0.012651
29.01 - 31.00	30.01	20	0.012911
31.01 - 33.00	32.01	9	0.025077
33.01 - 35.00	34.01	20	0.036156
35.01 - 37.00	36.01	7	0.023155
37.01 - 39.00	38.01	7	0.003972
39.01 - 41.00	40.01	10	-0.022541
41.01 - 43.00	42.01	3	0.033473
43.01 - 45.00	44.01	6	-0.084941
45.01 - 47.00	46.01	1	-0.275704
TOTAL		250	

REGIÃO : MICRO REGIÃO Nº 06

ESPÉCIE : PINUS TAEDA - EQ. VAR. COMB. LOGAR.

NOME DA VARIÁVEL (X) =  $\log(D^2 \cdot H)$

NOME DA VARIÁVEL (Y) = LOG VOLUME C/C

QUADRO : DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM CLASSE

CLASSES	CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED. RES.
5.01 - 7.00	6.01	2	0.000609
7.01 - 9.00	8.01	11	0.000989
9.01 - 11.00	10.01	10	-0.000142
11.01 - 13.00	12.01	23	0.001872
13.01 - 15.00	14.01	3	0.000093
15.01 - 17.00	16.01	11	-0.006270
17.01 - 19.00	18.01	16	-0.008056
19.01 - 21.00	20.01	12	-0.003536
21.01 - 23.00	22.01	26	0.000930
23.01 - 25.00	24.01	18	0.004358
25.01 - 27.00	26.01	14	-0.002889
27.01 - 29.00	28.01	21	0.013239
29.01 - 31.00	30.01	20	0.013837
31.01 - 33.00	32.01	9	0.022123
33.01 - 35.00	34.01	20	0.038369
35.01 - 37.00	36.01	7	0.022432
37.01 - 39.00	38.01	7	0.002820
39.01 - 41.00	40.01	10	-0.023485
41.01 - 43.00	42.01	3	0.032089
43.01 - 45.00	44.01	6	-0.090637
45.01 - 47.00	46.01	1	-0.278801
TOTAL		250	

Quadro 20: Distribuição dos Resíduos por classe diamétrica para a equação exponencial de HUSCH na Micro-Região 06 e a variável combinada na Micro-Região 07.

REGIÃO : MICRO REGIÃO Nº. 06

ESPÉCIE : PINUS TAEDA- EQ. DE HUSCH LOGAR.

NOME DA VARIÁVEL (X) = LOG(D)

NOME DA VARIÁVEL (Y) = LOG VOLUME C/C

QUADRO : DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM CLASSE

CLASSES	CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED. RES.
5.01 - 7.00	6.01	2	0.002613
7.01 - 9.00	8.01	11	0.001758
9.01 - 11.00	10.01	10	-0.003600
11.01 - 13.00	12.01	23	0.005000
13.01 - 15.00	14.01	3	-0.003002
15.01 - 17.00	16.01	11	-0.003608
17.01 - 19.00	18.01	16	-0.015657
19.01 - 21.00	20.01	12	-0.010580
21.01 - 23.00	22.01	26	-0.002126
23.01 - 25.00	24.01	18	0.016415
25.01 - 27.00	26.01	14	0.018486
27.01 - 29.00	28.01	21	0.022977
29.01 - 31.00	30.01	20	0.024615
31.01 - 33.00	32.01	9	-0.018252
33.01 - 35.00	34.01	20	0.082541
35.01 - 37.00	36.01	7	0.025544
37.01 - 39.00	38.01	7	0.005753
39.01 - 41.00	40.01	10	-0.007327
41.01 - 43.00	42.01	3	0.053293
43.01 - 45.00	44.01	6	-0.129659
45.01 - 47.00	46.01	1	-0.262484
TOTAL		250	

REGIÃO : MICRO REGIÃO Nº. 07

ESPÉCIE : PINUS TAEDA-EQ. VAR. COMBINADA

NOME DA VARIÁVEL (X) = D<sup>2</sup> \* H

NOME DA VARIÁVEL (Y) = VOLUME COM CASCA

QUADRO : DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM CLASSE

CLASSES	CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED. RES.
5.01 - 7.00	6.01	2	-0.005467
7.01 - 9.00	8.01	18	-0.004697
9.01 - 11.00	10.01	20	-0.001444
11.01 - 13.00	12.01	15	0.000760
13.01 - 15.00	14.01	20	0.003169
15.01 - 17.00	16.01	16	-0.001816
17.01 - 19.00	18.01	10	0.003745
19.01 - 21.00	20.01	3	-0.000047
21.01 - 23.00	22.01	9	0.002308
23.01 - 25.00	24.01	14	0.009227
25.01 - 27.00	26.01	2	0.004034
27.01 - 29.00	28.01	8	0.006010
29.01 - 31.00	30.01	10	-0.012818
31.01 - 33.00	32.01	1	-0.020827
33.01 - 35.00	34.01	1	-0.018163
35.01 - 37.00	36.01	1	0.043916
TOTAL		150	

Quadro 21: Distribuição dos resíduos por classe diamétrica para as equações de STOATE e de SCHUMACHER-HALL na Micro-Região 07.

REGIÃO : MICRO REGIÃO Nº 07

ESPÉCIE: PINUS TAEDA- EQ. DE STOATE

NOME DA VARIÁVEL (X)=(D-2) (D-2+H) (H)

NOME DA VARIÁVEL (Y)=VOLUME COM CASCA

QUADRO :DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM CLASSE

CLASSES	CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED. RES.
5.01 - 7.00	6.01	2	- 0.002168
7.01 - 9.00	8.01	18	- 0.002220
9.01 - 11.00	10.01	20	- 0.000103
11.01 - 13.00	12.01	15	0.001200
13.01 - 15.00	14.01	20	0.002668
15.01 - 17.00	16.01	16	- 0.003031
17.01 - 19.00	18.01	10	0.002900
19.01 - 21.00	20.01	3	- 0.002372
21.01 - 23.00	22.01	9	- 0.004535
23.01 - 25.00	24.01	14	0.006692
25.01 - 27.00	26.01	2	0.002317
27.01 - 29.00	28.01	8	0.007878
29.01 - 31.00	30.01	10	- 0.012111
31.01 - 33.00	32.01	1	- 0.020374
33.01 - 35.00	34.01	1	- 0.014497
35.01 - 37.00	36.01	1	0.046066
TOTAL		150	

REGIÃO : MICRO REGIÃO Nº 07

ESPÉCIE: PINUS TAEDA- EQ. DE SCHUMACHER

NOME DA VARIÁVEL (X)=(D\*B1) (H\*B2)

NOME DA VARIÁVEL (Y)=LGT DO VOLUME C/C

QUADRO :DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM

CLASSES	CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED. RES.
5.01 - 7.00	6.01	2	- 0.000846
7.01 - 9.00	8.01	18	- 0.000681
9.01 - 11.00	10.01	20	0.001472
11.01 - 13.00	12.01	15	0.002451
13.01 - 15.00	14.01	20	0.004281
15.01 - 17.00	16.01	16	- 0.002416
17.01 - 19.00	18.01	10	0.001720
19.01 - 21.00	20.01	3	- 0.004280
21.01 - 23.00	22.01	9	- 0.005368
23.01 - 25.00	24.01	14	0.004786
25.01 - 27.00	26.01	2	0.001878
27.01 - 29.00	28.01	8	0.016611
29.01 - 31.00	30.01	10	- 0.010193
31.01 - 33.00	32.01	1	- 0.025024
33.01 - 35.00	34.01	1	- 0.010173
35.01 - 37.00	36.01	1	0.040879
TOTAL		150	



Quadro 22: Distribuição dos resíduos por classe diamétrica para as equações da variável combinada logarítmica e de HUSCH na Micro-Região 07.

REGIÃO : MICRO REGIÃO Nº 07

ESPÉCIE : PINUS TAEDA- EQ. VAR. COMB. LOGAR.

NOME DA VARIÁVEL (X)= LOG(D^2\*H)

NOME DA VARIÁVEL (Y)= LOG VOLUME C/C

QUADRO :DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM CLASSE

CLASSES	CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED. RES.
5.01 - 7.00	6.01	2	-0.000879
7.01 - 9.00	8.01	18	-0.000837
9.01 - 11.00	10.01	20	0.001214
11.01 - 13.00	12.01	15	0.002271
13.01 - 15.00	14.01	20	0.003344
15.01 - 17.00	16.01	16	-0.002594
17.01 - 19.00	18.01	10	0.002217
19.01 - 21.00	20.01	3	-0.002094
21.01 - 23.00	22.01	9	-0.004529
23.01 - 25.00	24.01	14	0.007344
25.01 - 27.00	26.01	2	0.002742
27.01 - 29.00	28.01	8	0.008853
29.01 - 31.00	30.01	10	-0.009363
31.01 - 33.00	32.01	1	-0.014013
33.01 - 35.00	34.01	1	-0.008528
35.01 - 37.00	36.01	1	0.055921
TOTAL		150	

REGIÃO : MICRO REGIÃO Nº 07

ESPÉCIE : PINUS TAEDA-EQ. DE HUSCH

NOME DA VARIÁVEL (X)= LOG(D)

NOME DA VARIÁVEL (Y)= LOG VOLUME C/C

QUADRO :DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM CLASSE

CLASSES	CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED. RES.
5.01 - 7.00	6.01	2	-0.001000
7.01 - 9.00	8.01	18	-0.000648
9.01 - 11.00	10.01	20	0.001583
11.01 - 13.00	12.01	15	0.002435
13.01 - 15.00	14.01	20	0.006295
15.01 - 17.00	16.01	16	-0.002550
17.01 - 19.00	18.01	10	0.000369
19.01 - 21.00	20.01	3	-0.009820
21.01 - 23.00	22.01	9	-0.006311
23.01 - 25.00	24.01	14	-0.002432
25.01 - 27.00	26.01	2	0.002425
27.01 - 29.00	28.01	8	0.043433
29.01 - 31.00	30.01	10	-0.005229
31.01 - 33.00	32.01	1	-0.046122
33.01 - 35.00	34.01	1	-0.002126
35.01 - 37.00	36.01	1	0.011177
TOTAL		150	

Quadro 23: Distribuição dos resíduos por classe diamétrica para as equações da variável combinada e de STOATE na Micro-Região 23.

REGIÃO : MICRO REGIÃO Nº 23

ESPÉCIE : PINUS TAEDA-EQ. VARIÁVEL COMBINADA

NOME DA VARIÁVEL (X)= $D^2 \cdot H$

NOME DA VARIÁVEL (Y)=VOLUME COM CASCA

QUADRO DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM CLASSE

CLASSES	CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED. RES.
5.01 - 7.00	6.01	3	-0.007775
7.01 - 9.00	8.01	4	-0.005810
9.01 - 11.00	10.01	20	-0.004299
11.01 - 13.00	12.01	8	-0.005320
13.01 - 15.00	14.01	14	-0.008820
15.01 - 17.00	16.01	13	-0.001414
17.01 - 19.00	18.01	23	-0.000414
19.01 - 21.00	20.01	13	0.006869
21.01 - 23.00	22.01	18	0.016474
23.01 - 25.00	24.01	10	0.021047
25.01 - 27.00	26.01	8	0.005450
27.01 - 29.00	28.01	5	0.002349
29.01 - 31.00	30.01	6	-0.002348
31.01 - 33.00	32.01	9	-0.012254
33.01 - 35.00	34.01	7	-0.011771
35.01 - 37.00	36.01	0	0.000000

REGIÃO : MICRO REGIÃO Nº 23

ESPÉCIE : PINUS TAEDA EQ. DE STOATE

NOME DA VARIÁVEL (X)= $(D^2 \cdot 2) (D^2 \cdot H) (H)$

NOME DA VARIÁVEL (Y)=VOLUME COM CASCA

QUADRO : DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM CLASSE

CLASSES	CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED. RES
5.01 - 7.00	6.01	3	0.010179
7.01 - 9.00	8.01	4	0.004500
9.01 - 11.00	10.01	20	0.000045
11.01 - 13.00	12.01	8	-0.000643
13.01 - 15.00	14.01	14	-0.009429
15.01 - 17.00	16.01	13	-0.002514
17.01 - 19.00	18.01	23	-0.000680
19.01 - 21.00	20.01	13	-0.001086
21.01 - 23.00	22.01	18	0.007946
23.01 - 25.00	24.01	10	0.012102
25.01 - 27.00	26.01	8	-0.005624
27.01 - 29.00	28.01	5	-0.001002
29.01 - 31.00	30.01	6	-0.001487
31.01 - 33.00	32.01	9	-0.006092
33.01 - 35.00	34.01	7	0.002290
35.01 - 37.00	36.01	0	0.000000
TOTAL		161	

Quadro 24: Distribuição dos resíduos por classe diamétrica para as Equações de SCHUMACHER-HALL e da variável combinada logarítmica na Micro-Região 23.

REGIÃO : MICRO REGIÃO Nº 23

ESPÉCIE: PINUS TAEDA - EQ. DE SCHUMACHER

NOME DA VARIÁVEL (X)=(D^B1) (H^B2)

NOME DA VARIÁVEL (Y)=LOG VOLUME C/C

QUADRO :DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM

CLASSES	CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED RES
5.01 - 7.00	6.01	3	0,002483
7.01 - 9.00	8.01	4	0.001945
9.01 - 11.00	10.01	20	0.000248
11.01 - 13.00	12.01	8	-0.002023
13.01 - 15.00	14.01	14	-0.008673
15.01 - 17.00	16.01	13	-0.001998
17.01 - 19.00	18.01	23	-0.000552
19.01 - 21.00	20.01	13	0.001650
21.01 - 23.00	22.01	18	0.010997
23.01 - 25.00	24.01	10	0.015693
25.01 - 27.00	26.01	8	-0.003294
27.01 - 29.00	28.01	5	0.004513
29.01 - 31.00	30.01	6	0.005380
31.01 - 33.00	32.01	9	0.004016
33.01 - 35.00	34.01	7	0.019772
35.01 - 37.00	36.01	0	0.000000
TOTAL		161	

REGIÃO : MICRO REGIÃO Nº 23

ESPÉCIE: PINUS TAEDA - EQ VAR COMB LOGAR

NOME DA VARIÁVEL (X)=LOG (D-2xH)

NOME DA VARIÁVEL (Y)=LOG VOLUME C/C

QUADRO :DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM CLASSE

CLASSES	CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED RES.
5.01 - 7.00	6.01	3	0.002658
7.01 - 9.00	8.01	4	0.002498
9.01 - 11.00	10.01	20	0.001064
11.01 - 13.00	12.01	8	-0.002224
13.01 - 15.00	14.01	14	-0.008507
15.01 - 17.00	16.01	13	-0.002994
17.01 - 19.00	18.01	23	-0.003604
19.01 - 21.00	20.01	13	0.001790
21.01 - 23.00	22.01	18	0.011616
23.01 - 25.00	24.01	10	0.017487
25.01 - 27.00	26.01	8	0.006838
27.01 - 29.00	28.01	5	0.007022
29.01 - 31.00	30.01	6	0.011345
31.01 - 33.00	32.01	9	0.007282
33.01 - 35.00	34.01	7	0.016335
35.01 - 37.00	36.01	0	0.000000
TOTAL		161	

Quadro 25. Distribuição dos resíduos por classe diamétrica para as equações de HUSCH na Micro-Região 23 e da variável combinada na Micro-Região 24.

REGIÃO : MICRO REGIÃO Nº 23

ESPÉCIE : PINUS TAEDA EQ DE HUSCH LOGAR

NOME DA VARIÁVEL (X)= LOG(D)

NOME DA VARIÁVEL (Y)= LOG VOLUME C/C

QUADRO : DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM CLASSE

CLASSES	CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED. RES.
5.01 - 7.00	6.01	3	0.003031
7.01 - 9.00	8.01	4	0.004582
9.01 - 11.00	10.01	20	0.004070
11.01 - 13.00	12.01	8	-0.004823
13.01 - 15.00	14.01	14	-0.009435
15.01 - 17.00	16.01	13	-0.010331
17.01 - 19.00	18.01	23	-0.023904
19.01 - 21.00	20.01	13	0.003546
21.01 - 23.00	22.01	18	0.015867
23.01 - 25.00	24.01	10	0.031177
25.01 - 27.00	26.01	8	0.067764
27.01 - 29.00	28.01	5	0.030165
29.01 - 31.00	30.01	6	0.089057
31.01 - 33.00	32.01	9	0.042379
33.01 - 35.00	34.01	7	0.017532
35.01 - 37.00	36.01	0	0.000000
TOTAL		161	

REGIÃO : MICRO REGIÃO Nº 24

: PINUS TAEDA EQ. VAR. COMBINADA

NOME DA VARIÁVEL (X)= D\*2\*H

NOME DA VARIÁVEL (Y)= VOLUME C/C

QUADRO : DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM CLASSE

CLASSES	CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED. RES.
5.01 - 7.00	6.01	3	-0.015184
7.01 - 9.00	8.01	13	-0.014379
9.01 - 11.00	10.01	12	-0.011118
11.01 - 13.00	12.01	29	-0.011029
13.01 - 15.00	14.01	5	-0.002034
15.01 - 17.00	16.01	9	-0.008703
17.01 - 19.00	18.01	16	0.008994
19.01 - 21.00	20.01	4	0.022507
21.01 - 23.00	22.01	29	0.019990
23.01 - 25.00	24.01	28	0.018533
25.01 - 27.00	26.01	6	0.037608
27.01 - 29.00	28.01	14	-0.001355
29.01 - 31.00	30.01	11	-0.033053
31.01 - 33.00	32.01	5	-0.024249
33.01 - 35.00	34.01	4	-0.011452
35.01 - 37.00	36.01	3	-0.018396
37.01 - 39.00	38.01	1	0.008943
39.01 - 41.00	40.01	0	0.000000
41.01 - 43.00	42.01	1	-0.133955
TOTAL		193	

Quadro 26: Distribuição dos resíduos por classe diamétrica para as equações de STOATE e de SCHUMACHER-HALL na Micro-Região 24.

REGIÃO : MICRO REGIÃO Nº 24

TAEDA - EQ. DE STOATE

NOME DA VARIÁVEL (X) =  $(D^2)$   $(D^2 \cdot H)$  (H)

NOME DA VARIÁVEL (Y) = VOLUME COM CASCA

QUADRO DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM CLASSE

CLASSES	CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED. RES.
5.01 - 7.00	6.01	3	0.006224
7.01 - 9.00	8.01	13	-0.001213
9.01 - 11.00	10.01	12	-0.006593
11.01 - 13.00	12.01	29	-0.001565
13.01 - 15.00	14.01	5	-0.000258
15.01 - 17.00	16.01	9	-0.010296
17.01 - 19.00	18.01	16	-0.007450
19.01 - 21.00	20.01	4	0.033001
21.01 - 23.00	22.01	29	0.005913
23.01 - 25.00	24.01	28	0.006456
25.01 - 27.00	26.01	6	0.027119
27.01 - 29.00	28.01	14	-0.005454
29.01 - 31.00	30.01	11	-0.024784
31.01 - 33.00	32.01	5	-0.005996
33.01 - 35.00	34.01	4	0.010462
35.01 - 37.00	36.01	3	0.013643
37.01 - 39.00	38.01	1	0.056452
39.01 - 41.00	40.01	0	0.000000
41.01 - 43.00	42.01	1	-0.072452
TOTAL		193	

REGIÃO : MICRO REGIÃO Nº 24

PINUS TAEDA - EQ. DE SCHUMACHER

NOME DA VARIÁVEL (X) =  $(D^2 B1)$   $(H B2)$

NOME DA VARIÁVEL (Y) = LOG VOLUME C/C

QUADRO DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM CLASSE

CLASSES	CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED. RES.
5.01 - 7.00	6.01	3	0.000373
7.01 - 9.00	8.01	13	-0.000401
9.01 - 11.00	10.01	12	0.000210
11.01 - 13.00	12.01	29	-0.000600
13.01 - 15.00	14.01	5	0.004832
15.01 - 17.00	16.01	9	-0.005017
17.01 - 19.00	18.01	16	0.003116
19.01 - 21.00	20.01	4	0.026575
21.01 - 23.00	22.01	29	0.011630
23.01 - 25.00	24.01	28	0.008179
25.01 - 27.00	26.01	6	0.026210
27.01 - 29.00	28.01	14	-0.011338
29.01 - 31.00	30.01	11	-0.037543
31.01 - 33.00	32.01	5	-0.023789
33.01 - 35.00	34.01	4	-0.008966
35.01 - 37.00	36.01	3	-0.009759
37.01 - 39.00	38.01	1	0.029255
39.01 - 41.00	40.01	0	0.000000
41.01 - 43.00	42.01	1	-0.101381
TOTAL		193	

Quadro 27: Distribuição dos resíduos por classe diamétrica para a equação da variável combinada logarítmica e de HUSCH da Micro-Região 24.

REGIÃO : MICRO REGIÃO Nº 24

ESPÉCIE : PINUS TAEDA EQ. DA VAR. COMB. LOGAR

NOME DA VARIÁVEL (X) = LOG (D<sup>2</sup>\*H)

NOME DA VARIÁVEL (Y) = LOG VOLUME C/C

QUADRO : DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM CLASSE

CLASSES	CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED. RES.
5.01 - 7.00	6.01	3	0.000282
7.01 - 9.00	8.01	13	-0.000284
9.01 - 11.00	10.01	12	0.000616
11.01 - 13.00	12.01	29	-0.001093
13.01 - 15.00	14.01	5	0.004710
15.01 - 17.00	16.01	9	-0.004887
17.01 - 19.00	18.01	16	0.005827
19.01 - 21.00	20.01	4	0.022610
21.01 - 23.00	22.01	29	0.014760
23.01 - 25.00	24.01	28	0.010783
25.01 - 27.00	26.01	6	0.028429
27.01 - 29.00	28.01	14	-0.011569
29.01 - 31.00	30.01	11	-0.043795
31.01 - 33.00	32.01	5	-0.035427
33.01 - 35.00	34.01	4	-0.022874
35.01 - 37.00	36.01	3	-0.029666
37.01 - 39.00	38.01	1	-0.000965
39.01 - 41.00	40.01	0	0.000000
41.01 - 43.00	42.01	1	-0.141576
TOTAL		193	

REGIÃO : MICRO REGIÃO Nº 24

ESPÉCIE : PINUS TAEDA EQ. DE HUCH (LOGAR.)

NOME DA VARIÁVEL (X) = LOG(D)

NOME DA VARIÁVEL (Y) = LOG VOLUME C/C

QUADRO : DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM CLASSE

CLASSES	CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED. RES.
5.01 - 7.00	6.01	3	-0.001012
7.01 - 9.00	8.01	13	-0.000164
9.01 - 11.00	10.01	12	0.002950
11.01 - 13.00	12.01	29	-0.006262
13.01 - 15.00	14.01	5	0.002820
15.01 - 17.00	16.01	9	-0.004771
17.01 - 19.00	18.01	16	0.024944
19.01 - 21.00	20.01	4	-0.011139
21.01 - 23.00	22.01	29	0.040781
23.01 - 25.00	24.01	28	0.035259
25.01 - 27.00	26.01	6	0.053375
27.01 - 29.00	28.01	14	-0.004655
29.01 - 31.00	30.01	11	-0.085359
31.01 - 33.00	32.01	5	-0.122684
33.01 - 35.00	34.01	4	-0.123985
35.01 - 37.00	36.01	3	-0.184173
37.01 - 39.00	38.01	1	-0.244262
39.01 - 41.00	40.01	0	0.000000
41.01 - 43.00	42.01	1	-0.474838
TOTAL		193	

Quadro 28: Distribuição dos resíduos por classe diamétrica para as equações da variável combinada e de STOATE nas Micro-Regiões conjuntas.

REGIÃO :MICRO REGIÕES CONJUNTAS

ESPÉCIE :PINUS TAEDA EQ. DA VAR. COBINADA

NOME DA VARIÁVEL (X)=D^2\*H

NOME DA VARIÁVEL (Y)=VOLUME C/C

QUADRO :DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM CLASSE

CLASSES		CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED RES.
5.01	7.00	6.01	10	-0.013474
7.01	9.00	8.01	46	-0.013632
9.01	11.00	10.01	62	-0.010023
11.01	13.00	12.01	75	-0.008503
13.01	15.00	14.01	42	-0.008745
15.01	17.00	16.01	49	-0.009294
17.01	19.00	18.01	65	0.000816
19.01	21.00	20.01	32	0.003091
21.01	23.00	22.01	82	0.015450
23.01	25.00	24.01	70	0.019080
25.01	27.00	26.01	30	0.013106
27.01	29.00	28.01	48	0.010403
29.01	31.00	30.01	47	-0.004045
31.01	33.00	32.01	24	0.009345
33.01	35.00	34.01	32	0.021605
35.01	37.00	36.01	11	0.015744
37.01	39.00	38.01	8	-0.003089
39.01	41.00	40.01	10	-0.046027
41.01	43.00	42.01	4	-0.011106
43.01	45.00	44.01	6	0.123676
45.01	47.00	46.01	1	0.324339
TOTAL			754	

REGIÃO :MICRO REGIÕES CONJUNTAS

ESPÉCIE :PINUS TAEDA EQ DE STOATE

NOME DA VARIÁVEL (X)=(D^2) (D^2\*H) (H)

NOME DA VARIÁVEL (Y)=VOLUME C/C

QUADRO :DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM CLASSE

CLASSES		CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED RES
5.01	7.00	6.01	10	0.009268
7.01	9.00	8.01	46	0.004967
9.01	11.00	10.01	62	0.001256
11.01	13.00	12.01	75	-0.003407
13.01	15.00	14.01	42	-0.003618
15.01	17.00	16.01	49	-0.009442
17.01	19.00	18.01	65	-0.005850
19.01	21.00	20.01	32	0.004504
21.01	23.00	22.01	82	0.001318
23.01	25.00	24.01	70	0.006516
25.01	27.00	26.01	30	-0.004397
27.01	29.00	28.01	48	0.001853
29.01	31.00	30.01	47	-0.006385
31.01	33.00	32.01	24	0.009934
33.01	35.00	34.01	32	0.025540
35.01	37.00	36.01	11	0.030347
37.01	39.00	38.01	8	0.018401
39.01	41.00	40.01	10	0.017754
41.01	43.00	42.01	4	0.028457
43.01	45.00	44.01	6	-0.073151
45.01	47.00	46.01	1	-0.259504
TOTAL			754	

Quadro 29: Distribuição dos resíduos por classe diamétrica para as equações de SCHUMACHER-HALL e da variável combinada logarítmica nas Micro-Regiões conjuntas

REGIÃO : MICRO REGIÕES CONJUNTAS  
NOME DA VARIÁVEL (X)= LOG (D) LOG (H)  
NOME DA VARIÁVEL (Y)= LOG VOLUME C/C

ESPÉCIE: PINUS TAEDA-EQUAÇÃO DE SCHUMACHER

QUADRO DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM CLASSE

CLASSES	CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED. RES.
5.01 - 7.00	6.01	10	0.001076
7.01 - 9.00	8.01	46	-0.000380
9.01 - 11.00	10.01	62	0.001198
11.01 - 13.00	12.01	75	0.000373
13.01 - 15.00	14.01	42	-0.000770
15.01 - 17.00	16.01	49	-0.003976
17.01 - 19.00	18.01	65	0.001298
19.01 - 21.00	20.01	32	0.003000
21.01 - 23.00	22.01	82	0.009347
23.01 - 25.00	24.01	70	0.011666
25.01 - 27.00	26.01	30	-0.001125
27.01 - 29.00	28.01	48	0.001980
29.01 - 31.00	30.01	47	-0.009093
31.01 - 33.00	32.01	24	0.004304
33.01 - 35.00	34.01	32	0.014090
35.01 - 37.00	36.01	11	0.022331
37.01 - 39.00	38.01	8	0.004743
39.01 - 41.00	40.01	10	-0.036818
41.01 - 43.00	42.01	4	0.012902
43.01 - 45.00	44.01	6	-0.090197
45.01 - 47.00	46.01	1	-0.284780
TOTAL		754	

REGIÃO : MICRO REGIÕES CONJUNTAS  
NOME DA VARIÁVEL (X)=LGT (D\*2\*H)  
NOME DA VARIÁVEL (Y)= LOG VOLUME

ESPÉCIE : PINUS TAEDA EQ. VAR. COMBINADA LOGARTIM

QUADRO DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM CLASSE

CLASSES	CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED. RES.
5.01 - 7.00	6.01	10	0.001415
7.01 - 9.00	8.01	46	0.000092
9.01 - 11.00	10.01	62	0.001772
11.01 - 13.00	12.01	75	0.001181
13.01 - 15.00	14.01	42	-0.000908
15.01 - 17.00	16.01	49	-0.004014
17.01 - 19.00	18.01	65	0.001773
19.01 - 21.00	20.01	32	0.003060
21.01 - 23.00	22.01	82	0.012757
23.01 - 25.00	24.01	70	0.014599
25.01 - 27.00	26.01	30	0.006595
27.01 - 29.00	28.01	48	0.002890
29.01 - 31.00	30.01	47	-0.011913
31.01 - 33.00	32.01	24	0.001078
33.01 - 35.00	34.01	32	0.013963
35.01 - 37.00	36.01	11	0.008376
37.01 - 39.00	38.01	8	-0.008179
39.01 - 41.00	40.01	10	-0.048076
41.01 - 43.00	42.01	4	-0.010995
43.01 - 45.00	44.01	6	-0.119143
45.01 - 47.00	46.01	1	-0.311145
TOTAL		754	



Quadro 30: Distribuição dos resíduos por classe diamétrica para as equações de HUSCH nas Micro-Regiões conjuntas

REGIÃO : MICRO REGIÕES CONJUNTAS                      ESPÉCIE : PINUS TAEDA - EQ. DE HUSCH  
 NOME DA VARIÁVEL (X) : LOG (D)  
 NOME DA VARIÁVEL (Y) : LOG VOLUME C/C

QUADRO : DISTRIBUIÇÃO DA VARIÁVEL EM CLASSE

CLASSES	CENTRO DE CLASSE	FREQUÊNCIA	MED. RES.
5.01 - 7.00	6.01	10	0.001957
7.01 - 9.00	8.01	46	0.000546
9.01 - 11.00	10.01	62	0.002266
11.01 - 13.00	12.01	75	0.002340
13.01 - 15.00	14.01	42	-0.004964
15.01 - 17.00	16.01	49	-0.007778
17.01 - 19.00	18.01	65	0.000566
19.01 - 21.00	20.01	32	0.003083
21.01 - 23.00	22.01	82	0.029457
23.01 - 25.00	24.01	70	0.028967
25.01 - 27.00	26.01	30	0.050244
27.01 - 29.00	28.01	48	0.017245
29.01 - 31.00	30.01	47	-0.018244
31.01 - 33.00	32.01	24	0.002003
33.01 - 35.00	34.01	32	0.044077
35.01 - 37.00	36.01	11	-0.038234
37.01 - 39.00	38.01	8	-0.033719
39.01 - 41.00	40.01	10	-0.047441
41.01 - 43.00	42.01	4	-0.071368
43.01 - 45.00	44.01	6	-0.192148
45.01 - 47.00	46.01	1	-0.340827
TOTAL		754	

Quadro 31: Tabela de Volume Individual com casca para *Pinus taeda* L. na Micro-Região 06

ALTURA DIAMETRO	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0
6	0.00880	0.01185	0.01492	0.01801	0.02112	0.02424	0.02738	0.03053	0.03369	0.03685	0.04003
8	0.01518	0.02043	0.02572	0.03105	0.03641	0.04179	0.04720	0.05262	0.05806	0.06352	0.06900
10	0.02315	0.03116	0.03924	0.04737	0.05554	0.06375	0.07200	0.08027	0.08858	0.09690	0.10525
12	0.03269	0.04400	0.05540	0.06688	0.07843	0.09002	0.10167	0.11335	0.12508	0.13684	0.14863
14	0.04377	0.05891	0.07417	0.08954	0.10499	0.12052	0.13611	0.15175	0.16745	0.18319	0.19898
16	0.05635	0.07584	0.09550	0.11529	0.13518	0.15517	0.17524	0.19538	0.21559	0.23586	0.25619
18	0.07042	0.09478	0.11935	0.14407	0.16894	0.19392	0.21900	0.24417	0.26943	0.29476	0.32016
20	0.08596	0.11570	0.14569	0.17587	0.20622	0.23671	0.26733	0.29806	0.32889	0.35981	0.39082
22	0.10295	0.13857	0.17448	0.21063	0.24698	0.28350	0.32017	0.35698	0.39390	0.43094	0.46807
24	0.12138	0.16338	0.20572	0.24834	0.29120	0.33425	0.37749	0.42088	0.46442	0.50808	0.55186
26	0.14124	0.19010	0.23937	0.28896	0.33883	0.38893	0.43923	0.48972	0.54038	0.59118	0.64213
28	0.16251	0.21872	0.27541	0.33247	0.38984	0.44749	0.50537	0.56348	0.62174	0.68020	0.73882
30	0.18517	0.24923	0.31382	0.37884	0.44422	0.50990	0.57586	0.64205	0.70847	0.77508	0.84187
32	0.20923	0.28161	0.35460	0.42806	0.50193	0.57615	0.65067	0.72547	0.80051	0.87577	0.95124
34	0.23467	0.31585	0.39771	0.48011	0.56296	0.64620	0.72978	0.81367	0.89784	0.98225	1.06690
36	0.26148	0.35194	0.44315	0.53498	0.62727	0.72003	0.81316	0.90663	1.00041	1.09447	1.18879
38	0.28965	0.38986	0.49089	0.59260	0.69486	0.79761	0.90077	1.00432	1.10820	1.21240	1.31687
40	0.31918	0.42960	0.54094	0.65301	0.76570	0.87892	0.99260	1.10670	1.22118	1.33599	1.45112
42	0.35006	0.47116	0.59327	0.71618	0.83977	0.96394	1.08863	1.21376	1.33931	1.46524	1.59150
44	0.38228	0.51452	0.64787	0.78210	0.91706	1.05266	1.18882	1.32547	1.46258	1.60009	1.73798
46	0.41583	0.55968	0.70473	0.85074	0.99755	1.14505	1.29316	1.44181	1.59095	1.74053	1.89052
48	0.45071	0.60663	0.76385	0.92210	1.08123	1.24110	1.40164	1.56275	1.72440	1.88653	2.04910
50	0.48691	0.65536	0.82520	0.99617	1.16808	1.34079	1.51422	1.68828	1.86291	2.03806	2.21369

Quadro 32: Tabela de Volume Individual com casca para *Pinus taeda* L. na Micro-Região 07

ALTURA DIAMETRO	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0
6	0.00825	0.01011	0.01183	0.01346	0.01501	0.01650	0.01793	0.01932	0.02066	0.02197	0.02325
8	0.01490	0.01826	0.02138	0.02432	0.02712	0.02980	0.03239	0.03489	0.03733	0.03969	0.04200
10	0.02357	0.02888	0.03382	0.03847	0.04290	0.04715	0.05124	0.05520	0.05905	0.06280	0.06645
12	0.03428	0.04201	0.04919	0.05596	0.06240	0.06858	0.07454	0.08030	0.08590	0.09135	0.09666
14	0.04708	0.05768	0.06753	0.07682	0.08567	0.09415	0.10233	0.11024	0.11792	0.12540	0.13270
16	0.06193	0.07590	0.08886	0.10109	0.11273	0.12389	0.13464	0.14506	0.15517	0.16501	0.17462
18	0.07889	0.09669	0.11321	0.12878	0.14361	0.15783	0.17153	0.18479	0.19767	0.21021	0.22245
20	0.09797	0.12007	0.14078	0.15992	0.17834	0.19599	0.21301	0.22948	0.24547	0.26105	0.27624
22	0.11918	0.14605	0.17101	0.19454	0.21693	0.23841	0.25911	0.27914	0.29860	0.31754	0.33603
24	0.14252	0.17466	0.20450	0.23264	0.25942	0.28510	0.30986	0.33382	0.35708	0.37974	0.40184
26	0.16801	0.20590	0.24108	0.27424	0.30581	0.33609	0.36527	0.39352	0.42094	0.44765	0.47371
28	0.19565	0.23978	0.28075	0.31937	0.35614	0.39139	0.42538	0.45827	0.49021	0.52131	0.55166
30	0.22546	0.27631	0.32352	0.36803	0.41040	0.45103	0.49019	0.52810	0.56490	0.60074	0.63572
32	0.25745	0.31551	0.36942	0.42024	0.46882	0.51502	0.55973	0.60302	0.64505	0.68597	0.72590
34	0.29162	0.35738	0.41845	0.47601	0.53082	0.58337	0.63402	0.68305	0.73066	0.77701	0.82224
36	0.32797	0.40194	0.47062	0.53536	0.59700	0.65610	0.71307	0.76821	0.82175	0.87388	0.92476
38	0.36653	0.44919	0.52594	0.59829	0.66718	0.73322	0.79689	0.85851	0.91835	0.97661	1.03346
40	0.40728	0.49914	0.58443	0.66482	0.74136	0.81476	0.88550	0.95397	1.02046	1.08520	1.14838
42	0.45025	0.55179	0.64608	0.73495	0.81957	0.90071	0.97891	1.05461	1.12812	1.19969	1.26953
44	0.49543	0.60716	0.71091	0.80871	0.90181	0.99109	1.07715	1.16044	1.24132	1.32007	1.39692
46	0.54283	0.66526	0.77893	0.88608	0.98810	1.08592	1.18021	1.27147	1.36009	1.44637	1.53058
48	0.59246	0.72608	0.85014	0.96709	1.07844	1.18520	1.28811	1.38771	1.48443	1.57863	1.67081
50	0.64432	0.78964	0.92456	1.05175	1.17284	1.28894	1.40086	1.50918	1.61437	1.71679	1.81674

Quadro 33: Tabela de Volume Individual com casca para *Pinus taeda* L. na Micro-Região 23.

ALTURA DIAMETRO	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0
6	0.01079	0.01474	0.01876	0.02286	0.02701	0.03121	0.03546	0.03974	0.04407	0.04842	0.05280
8	0.01780	0.02431	0.03095	0.03770	0.04455	0.05149	0.05849	0.06556	0.07269	0.07987	0.08710
10	0.02624	0.03583	0.04563	0.05559	0.06569	0.07591	0.08623	0.09666	0.10716	0.11775	0.12841
12	0.03604	0.04921	0.06266	0.07634	0.09021	0.10424	0.11842	0.13273	0.14716	0.16170	0.17634
14	0.04712	0.06435	0.08193	0.09982	0.11795	0.13630	0.15484	0.17356	0.19243	0.21144	0.23058
16	0.05944	0.08117	0.10336	0.12592	0.14879	0.17194	0.19533	0.21894	0.24275	0.26673	0.29088
18	0.07296	0.09963	0.12686	0.15455	0.18263	0.21104	0.23975	0.26873	0.29795	0.32739	0.35703
20	0.08764	0.11967	0.15238	0.18565	0.21937	0.25350	0.28798	0.32279	0.35786	0.39324	0.42885
22	0.10345	0.14126	0.17987	0.21913	0.25893	0.29922	0.33992	0.38100	0.42243	0.46417	0.50619
24	0.12035	0.16434	0.20926	0.25494	0.30125	0.34812	0.39548	0.44327	0.49147	0.54002	0.58892
26	0.13833	0.18890	0.24053	0.29303	0.34626	0.40013	0.45456	0.50950	0.56489	0.62071	0.67691
28	0.15737	0.21489	0.27363	0.33335	0.39391	0.45519	0.51711	0.57961	0.64263	0.70612	0.77006
30	0.17744	0.24229	0.30852	0.37586	0.44414	0.51324	0.58306	0.65352	0.72458	0.79617	0.86826
32	0.19852	0.27108	0.34518	0.42052	0.49692	0.57422	0.65234	0.73118	0.81067	0.89077	0.97143
34	0.22060	0.30124	0.38357	0.46729	0.55219	0.63809	0.72490	0.81251	0.90084	0.98985	1.07948
36	0.24367	0.33273	0.42367	0.51615	0.60992	0.70481	0.80088	0.89745	0.99503	1.09334	1.19233
38	0.26770	0.36554	0.46546	0.56706	0.67007	0.77432	0.87965	0.98598	1.09316	1.20117	1.30993
40	0.29268	0.39966	0.50890	0.61998	0.73261	0.84659	0.96176	1.07799	1.19519	1.31328	1.43219
42	0.31861	0.43507	0.55399	0.67490	0.79751	0.92159	1.04695	1.17348	1.30107	1.42962	1.55906
44	0.34547	0.47174	0.60068	0.73179	0.86474	0.99927	1.13521	1.27240	1.41074	1.55013	1.69049
46	0.37325	0.50967	0.64898	0.79063	0.93426	1.07961	1.22648	1.37470	1.52417	1.67476	1.82640
48	0.40193	0.54884	0.69885	0.85139	1.00606	1.16258	1.32073	1.48035	1.64130	1.80347	1.96676
50	0.43151	0.58923	0.75029	0.91405	1.08011	1.24815	1.41794	1.58930	1.76210	1.93620	2.11151

Quadro 34: Tabela de Volume Individual com casca para *Pinus taeda* L. na Micro-Região 24.

ALTURA DIAMETRO	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0
6	0.00987	0.01346	0.01713	0.02085	0.02463	0.02845	0.03230	0.03619	0.04012	0.04407	0.04804
8	0.01678	0.02290	0.02913	0.03547	0.04189	0.04839	0.05495	0.06157	0.06824	0.07496	0.08173
10	0.02534	0.03457	0.04399	0.05356	0.06326	0.07307	0.08297	0.09297	0.10304	0.11319	0.12340
12	0.03549	0.04842	0.06160	0.07500	0.08858	0.10231	0.11619	0.13018	0.14429	0.15850	0.17280
14	0.04718	0.06436	0.08189	0.09970	0.11775	0.13601	0.15445	0.17305	0.19181	0.21070	0.22971
16	0.06037	0.08236	0.10479	0.12758	0.15068	0.17405	0.19764	0.22145	0.24545	0.26962	0.29395
18	0.07504	0.10237	0.13025	0.15858	0.18730	0.21634	0.24567	0.27526	0.30509	0.33513	0.36538
20	0.09116	0.12436	0.15823	0.19265	0.22752	0.26280	0.29843	0.33438	0.37062	0.40712	0.44386
22	0.10870	0.14829	0.18868	0.22972	0.27131	0.31338	0.35587	0.39873	0.44194	0.48546	0.52928
24	0.12765	0.17414	0.22157	0.26976	0.31861	0.36801	0.41790	0.46824	0.51898	0.57009	0.62154
26	0.14799	0.20188	0.25687	0.31274	0.36936	0.42663	0.48447	0.54283	0.60165	0.66090	0.72055
28	0.16969	0.23149	0.29454	0.35861	0.42353	0.48920	0.55553	0.62244	0.68989	0.75783	0.82623
30	0.19275	0.26294	0.33456	0.40733	0.48108	0.55567	0.63101	0.70702	0.78364	0.86081	0.93860
32	0.21715	0.29623	0.37691	0.45889	0.54197	0.62601	0.71088	0.79651	0.88283	0.96977	1.05729
34	0.24287	0.33132	0.42156	0.51325	0.60618	0.70017	0.79510	0.89087	0.98741	1.08465	1.18264
36	0.26991	0.36820	0.46849	0.57039	0.67366	0.77812	0.88362	0.99005	1.09734	1.20540	1.31419
38	0.29825	0.40686	0.51768	0.63029	0.74440	0.85982	0.97640	1.09401	1.21256	1.33197	1.45218
40	0.32788	0.44729	0.56912	0.69291	0.81836	0.94525	1.07341	1.20270	1.33304	1.46431	1.59646
42	0.35880	0.48946	0.62278	0.75824	0.89552	1.03437	1.17461	1.31610	1.45872	1.60238	1.74699
44	0.39098	0.53337	0.67864	0.82626	0.97585	1.12716	1.27998	1.43417	1.58958	1.74612	1.90371
46	0.42443	0.57900	0.73670	0.89695	1.05934	1.22359	1.38949	1.55686	1.72557	1.89551	2.06657
48	0.45914	0.62634	0.79694	0.97029	1.14596	1.32364	1.50311	1.68416	1.86667	2.05050	2.23555
50	0.49509	0.67539	0.85934	1.04626	1.23569	1.42729	1.62080	1.81603	2.01283	2.21105	2.41060

Quadro 35: Tabela de Volume Individual com casca para *Pinus taeda* L. para todas as Micro-Regiões estudadas

ALTURA DIAMETRO	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	26.0
6	0.00938	0.01303	0.01681	0.02070	0.02468	0.02874	0.03287	0.03707	0.04133	0.04564	0.05001
8	0.01572	0.02183	0.02816	0.03468	0.04135	0.04815	0.05508	0.06211	0.06925	0.07647	0.08379
10	0.02347	0.03258	0.04203	0.05175	0.06170	0.07186	0.08219	0.09269	0.10334	0.11413	0.12504
12	0.03255	0.04519	0.05830	0.07178	0.08558	0.09966	0.11400	0.12856	0.14333	0.15829	0.17343
14	0.04292	0.05959	0.07687	0.09465	0.11285	0.13142	0.15032	0.16952	0.18900	0.20873	0.22869
16	0.05454	0.07572	0.09768	0.12027	0.14340	0.16700	0.19102	0.21542	0.24017	0.26523	0.29060
18	0.06737	0.09354	0.12067	0.14857	0.17714	0.20629	0.23597	0.26611	0.29668	0.32765	0.35898
20	0.08139	0.11301	0.14578	0.17949	0.21400	0.24922	0.28507	0.32148	0.35842	0.39582	0.43368
22	0.09657	0.13408	0.17296	0.21296	0.25391	0.29570	0.33823	0.38144	0.42526	0.46965	0.51456
24	0.11288	0.15674	0.20219	0.24894	0.29681	0.34566	0.39538	0.44589	0.49711	0.54900	0.60150
26	0.13031	0.18095	0.23341	0.28739	0.34265	0.39904	0.45644	0.51475	0.57388	0.63378	0.69439
28	0.14885	0.20668	0.26660	0.32826	0.39138	0.45579	0.52135	0.58795	0.65550	0.72391	0.79314
30	0.16846	0.23391	0.30174	0.37151	0.44295	0.51585	0.59005	0.66543	0.74187	0.81931	0.89766
32	0.18914	0.26263	0.33878	0.41712	0.49733	0.57918	0.66249	0.74712	0.83295	0.91989	1.00786
34	0.21088	0.29281	0.37771	0.46505	0.55448	0.64574	0.73862	0.83297	0.92866	1.02559	1.12367
36	0.23365	0.32443	0.41850	0.51528	0.61436	0.71547	0.81839	0.92293	1.02896	1.13635	1.24502
38	0.25745	0.35748	0.46113	0.56777	0.67695	0.78836	0.90176	1.01695	1.13378	1.25211	1.37185
40	0.28227	0.39194	0.50558	0.62250	0.74221	0.86436	0.98868	1.11498	1.24307	1.37282	1.50410
42	0.30809	0.42780	0.55184	0.67945	0.81011	0.94343	1.07913	1.21698	1.35679	1.49841	1.64170
44	0.33491	0.46504	0.59987	0.73859	0.88063	1.02556	1.17307	1.32292	1.47490	1.62884	1.78461
46	0.36272	0.50364	0.64968	0.79991	0.95374	1.11070	1.27046	1.43275	1.59735	1.76407	1.93277
48	0.39150	0.54361	0.70123	0.86339	1.02942	1.19884	1.37128	1.54644	1.72410	1.90405	2.08614
50	0.42125	0.58492	0.75452	0.92900	1.10764	1.28994	1.47548	1.66396	1.85512	2.04875	2.24467

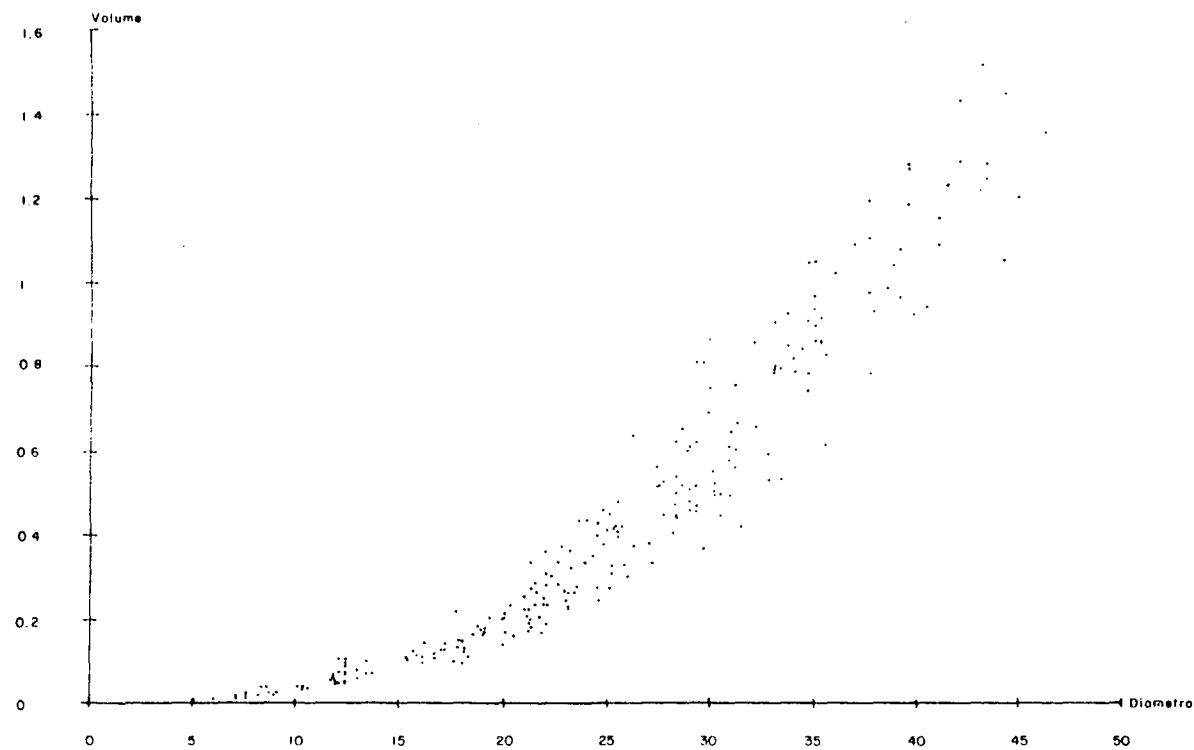


Figura 26: Distribuição dos Volumes Individuais, com casca, para *Pinus taeda* L. na Micro-Região 06.

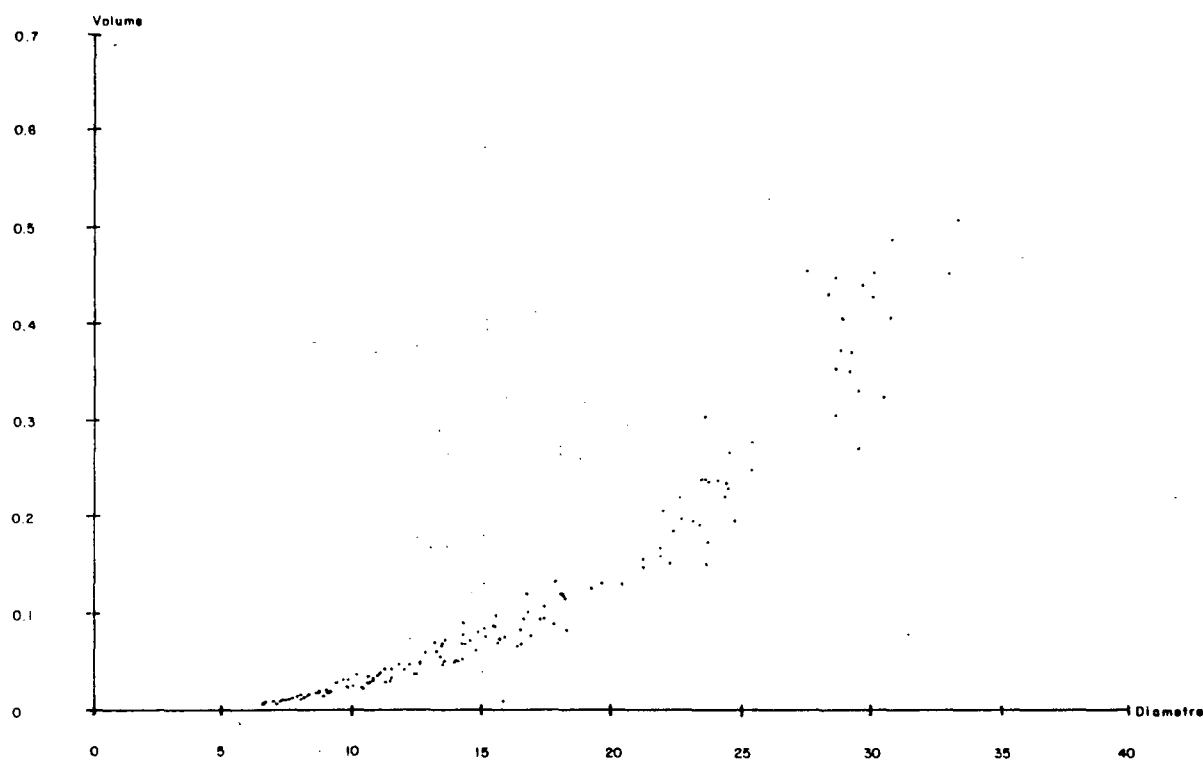


Figura 27: Distribuição dos Volumes Individuais, com casca, para *Pinus taeda* L. na Micro-Região 07.



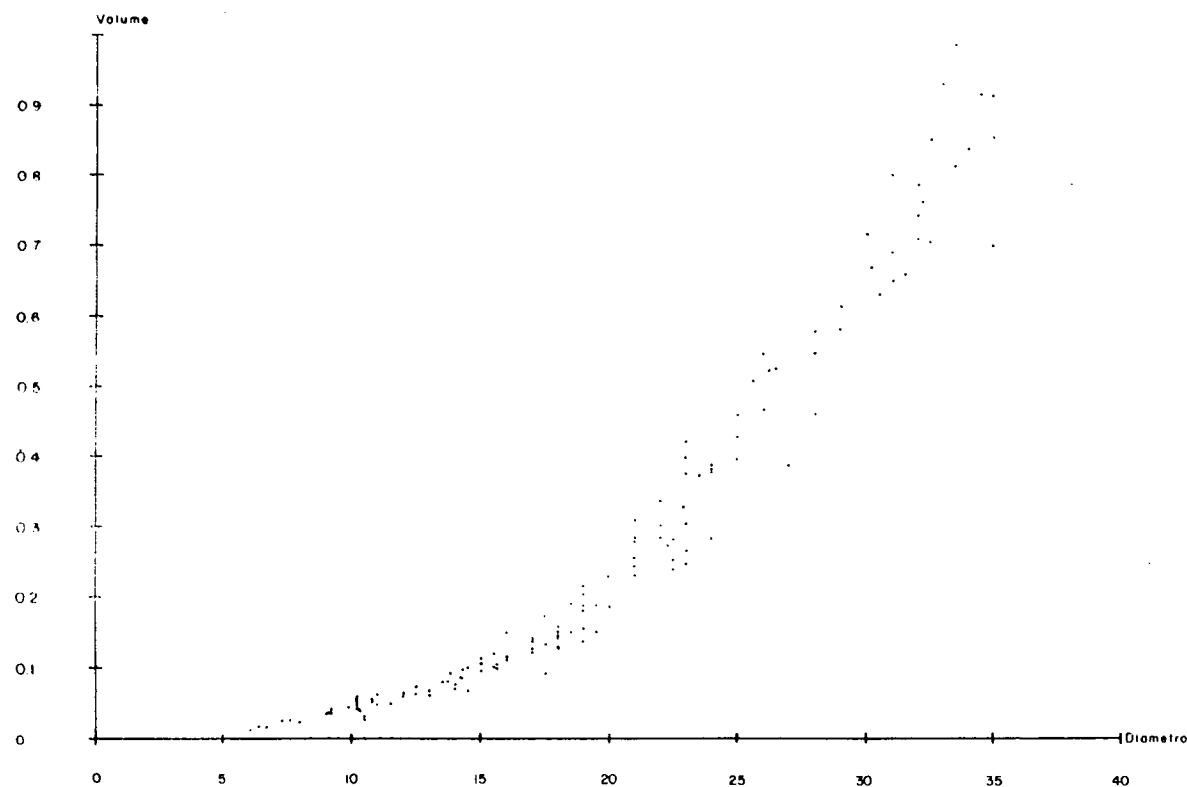


Figura 28: Distribuição dos Volumes Individuais, com casca, para *Pinus taeda* L. na Micro-Região 23.

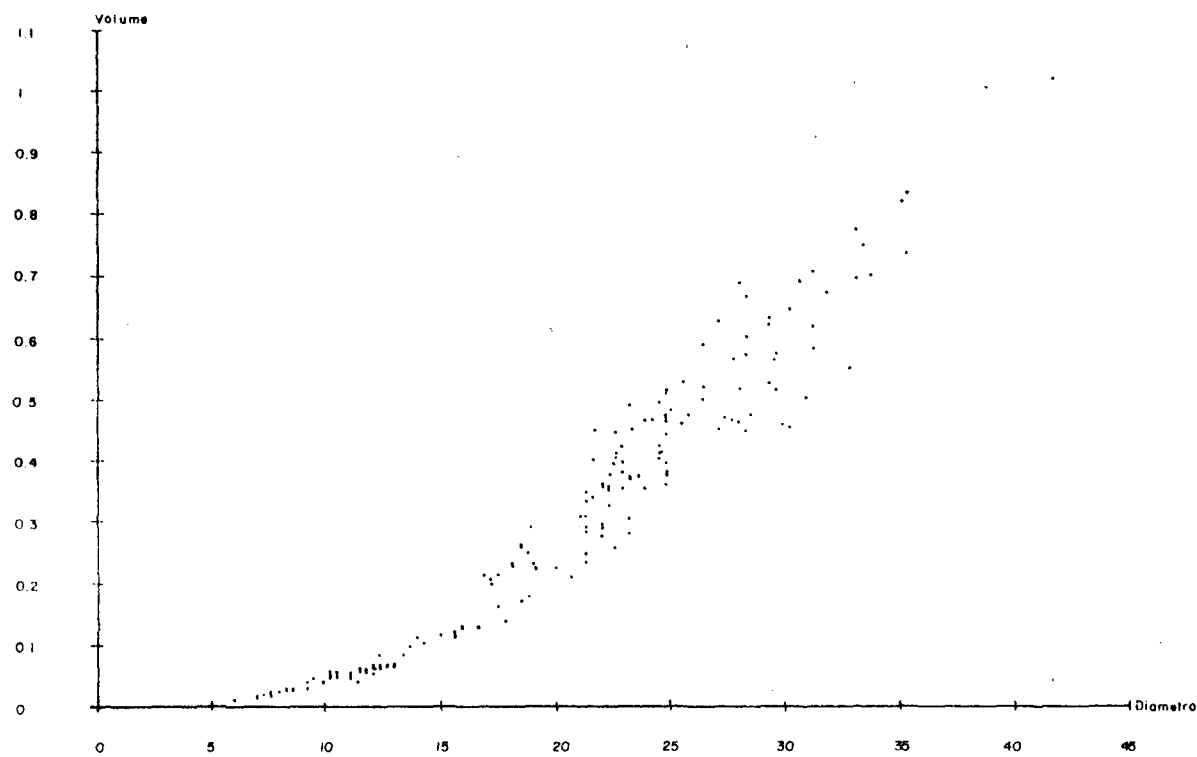


Figura 29: Distribuição dos Volumes Individuais, com casca, para *Pinus taeda* L. na Micro-Região 24.

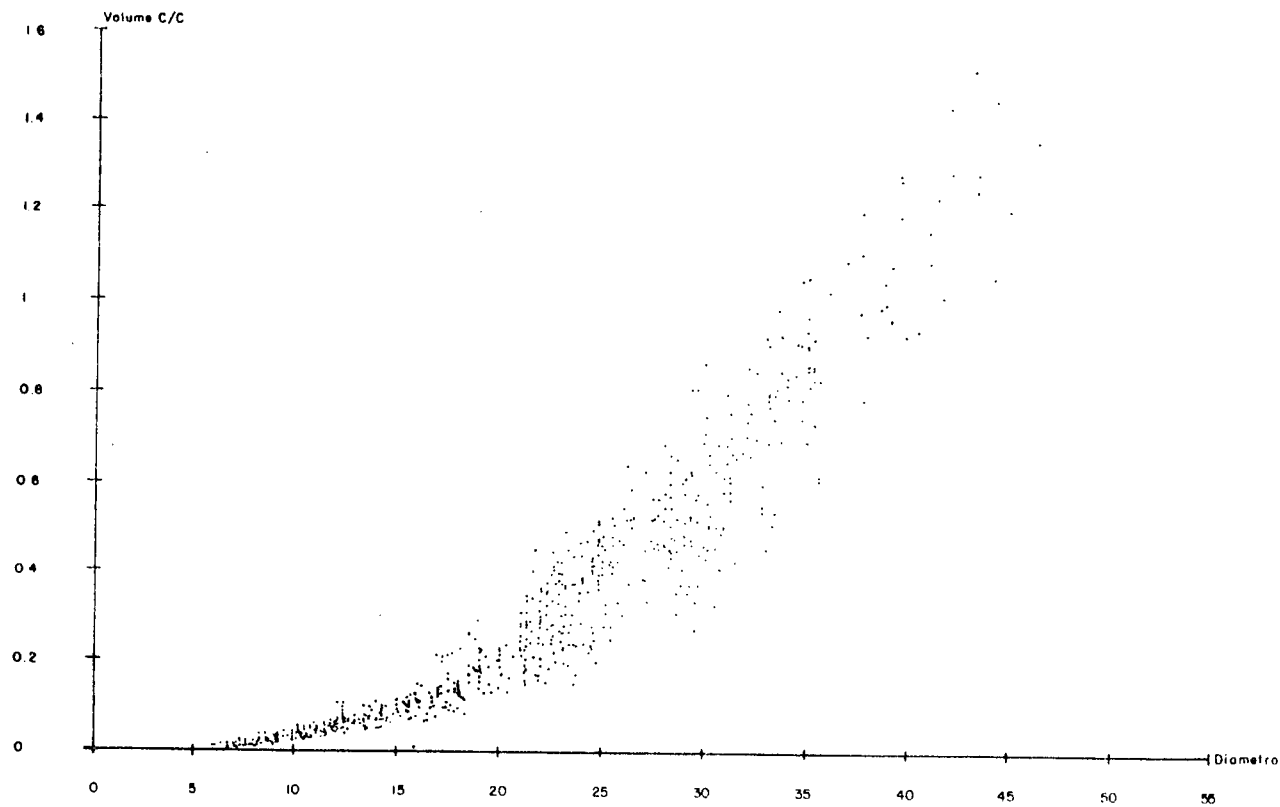


Figura 30: Distribuição dos volumes individuais, com casca, para *Pinus taeda* L. para as Micro-Regiões agrupadas